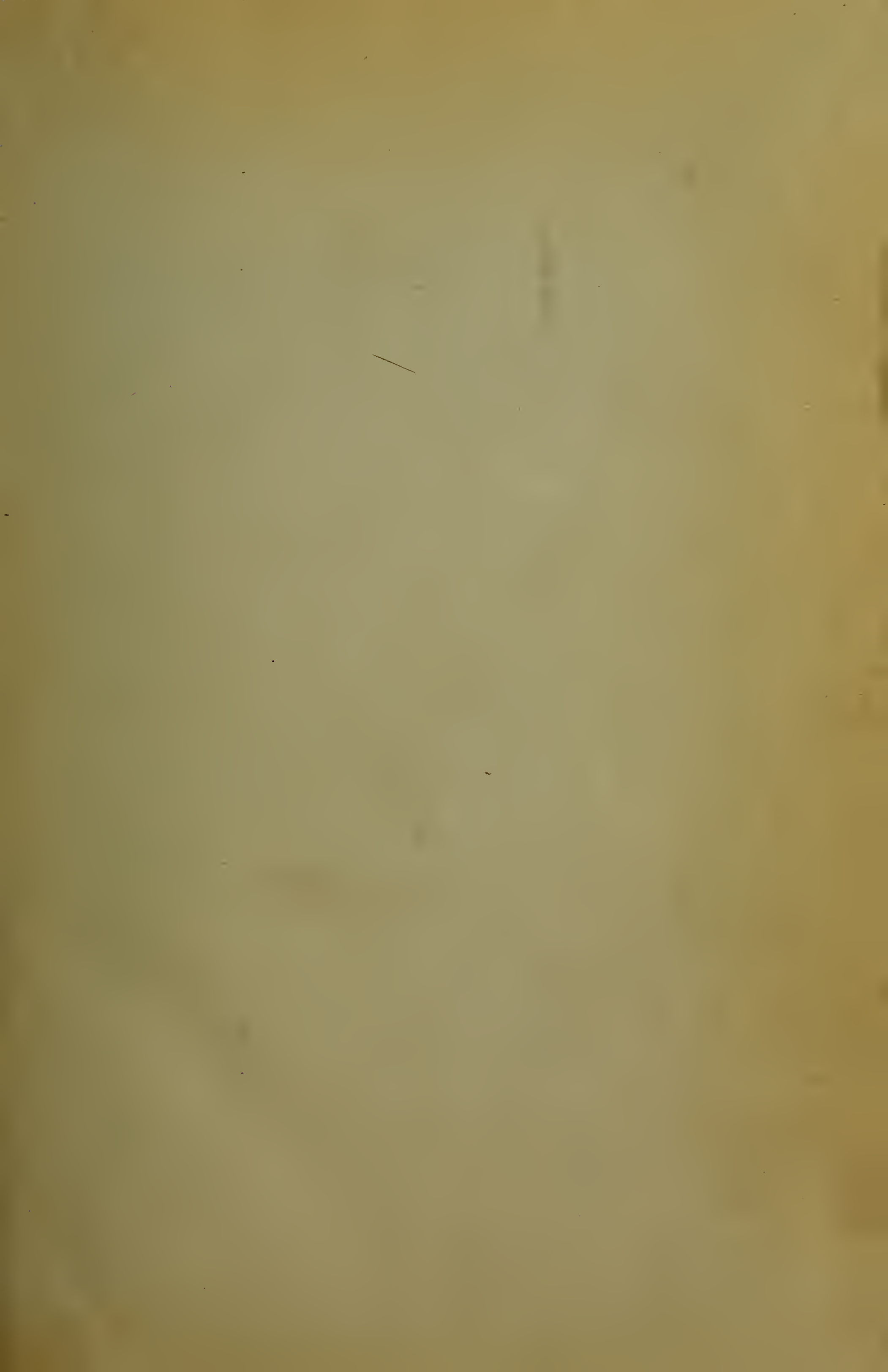
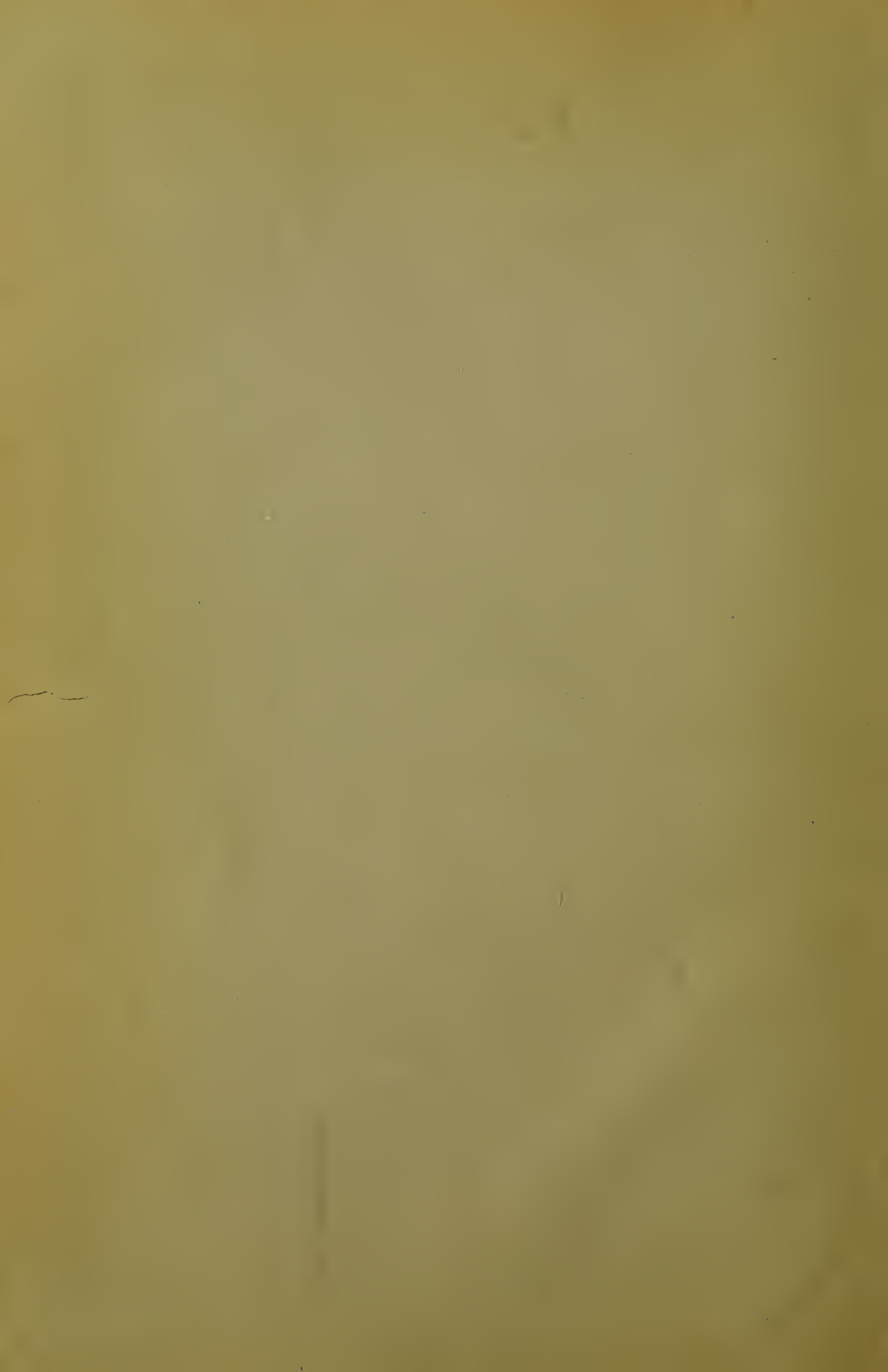






DER

AUGENSPIEGEL.

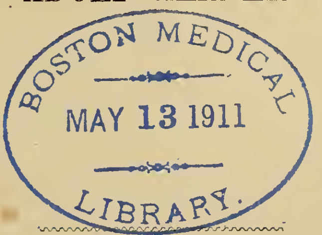
SEINE FORMEN UND SEIN GEBRAUCH

NACH DEN

VORHANDENEN QUELLEN ZUSAMMENGESTELLT

VON

ADOLF ZANDER.



Mit 50 Abbildungen in Holzschnitt.

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1859.

Seinem Vater

der Verfasser.

Vorwort.

Aus dem Wunsche, eine möglichst vollständige Uebersicht über Alles zu besitzen, was seit Erfindung des Augenspiegels auf diesem Feld der ophthalmologischen Thätigkeit geleistet wurde, entstanden die folgenden Blätter; zu ihrer Veröffentlichung ermuthigten mich ebenso freundliche Ermunterung, als der Wunsch, auch Anderen, denen es an Gelegenheit und Zeit fehlt, sich selbst aus der so zerstreuten Literatur Belehrung über die Fortschritte auf diesem Gebiet zu schöpfen, eine rasche Uebersicht zu ermöglichen.

Es liegt in der Natur der Arbeit selbst, dass sie eine compilatorische sein musste; trotzdem hoffe ich, dass sie auch als solche Manchem eine nicht unwillkommene Gabe sein werde, indem ich glaube, nichts nur irgend Wesentliches übergangen zu haben, wenn ich auch von vornherein bei diesem ersten Versuch auf absolute Vollständigkeit — (die Beschreibung des Augenspiegels von Cusco, einer Modification des Liebreich'schen erhielt ich z. B. erst nach Beendigung des Druckes) — verzichten musste.

Schliesslich kann ich nicht umhin, den Herren Professoren Hofrath Dr. **Ruete**, Dr. **Winter** und Dr. **Coccius** meinen ergebensten Dank auch hier für die Unterstützungen auszusprechen, die mir dieselben durch Rath und That bei der Ausarbeitung dieser Blätter zu Theil werden liessen.

Leipzig im April 1859.

Adolf Zander.

Inhaltsverzeichniss.

Vierter Abschnitt: Die Augenspiegelbefunde am kranken Auge.

Literaturverzeichniss.

I. Besondere Schriften.

1810. Gruithuisen, Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.

Rudolphi, Lehrbuch der Physiologie.

1826. Müller, J., Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes.

1836. Hassenstein, de luce ex quorundam animalium oculis exeunte atque de tapeto lucido. Jenae.

1845. Kussmaul, Die Farbenerscheinungen im Grunde des menschlichen Auges. Heidelberg.

1851. Helmholtz, H., Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. Berlin.

1852. Ruete, Th., Der Augenspiegel und das Optometer. Göttingen.

Coccius, A., Die Ernährungsweise der Hornhaut und die Serum führenden Gefässe im menschlichen Körper. Leipzig.

1853. Coccius, A., Ueber die Anwendung des Augenspiegels, nebst Angabe eines neuen Instrumentes. Leipzig.

Trigt, van, De speculo oculi dissertatio. Utrecht.

Sämann, O., De speculo oculi. Regiomonti.

1854. Anagnostakis, Essai sur l'exploration de la rétine et des milieux de l'oeil sur le vivant au moyen d'un nouvel ophthalmoscope. Paris.

Schauenburg, C. H., Der Augenspiegel, seine Anwendung und Modificationen, nebst Beiträgen zur Diagnostik innerer Augenkrankheiten. — Nach dem Holländischen des Dr. v. Trigt.

Jäger, Ed., Ueber Staar und Staaroperationen. Wien.

Stellwag von Carion, C., Theorie der Augenspiegel auf elementarem Wege aus den Grundsätzen der Optik entwickelt. Wien.

Leonhardt, G. A., De variis oculorum speculis illorumque usu. Lipsiae.

Heidenreich, H., Elemente der theapeutischen Physik. Leipzig.

Ruete, Th., Bildliche Darstellungen der Krankheiten des menschlichen Auges. Leipzig. Lieferung 1 u. 2, auch unter dem Titel: Physikalische Untersuchung des Auges.

1855. Ruete, Th., Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig.

Hasner, J. v., Ueber die Benutzung foliirter Glaslinsen zur Untersuchung des Augengrundes. Prag.

1855. Herzberg, De ophthalmoscopiorum constructionibus. Halae.

Jäger, Ed., Beiträge zur Pathologie des Auges. Wien.

——— ———, Ergebnisse der Untersuchung mit dem Augenspiegel. Wien.

1856. Arlt, F., Lehrbuch der Krankheiten des menschlichen Auges. III. B. Wien.

Funke, O., Lehrbuch der Physiologie. Leipzig.

Pilz, J., Lehrbuch der Augenheilkunde. Prag.

Zehender, W., Anleitung zum Studium der Dioptrik des menschl. Auges. Erlangen.

Calle, de la, De l'ophthalmoscope, Thèse pour le doctorat en médecine. Paris.

1857. Fick, W., Lehrbuch der medicinischen Physik.

Helmholtz, H., Physiologische Optik. Leipzig.

v. Gräfe, Das Glaucom und seine Heilung durch Iridectomie. Berlin.

Liebreich, R., De l'examen de l'oeil au moyen de l'ophthalmoscope; travail original appartenant au: Traité pratique des maladies de l'oeil par W. Mackenzie, traduit de l'anglais par Warlomont et Testelin. Paris.

Barre, Du diagnostic des lésions profondes de l'oeil à l'aide de l'ophthalmoscope. Montpellier.

1858. Müller u. Vogelsang, Der ophthalmologische Congress zu Brüssel. Hannover.

Hogg, Jabez, The ophthalmoscope, its mode of application explained, and its value shown, in the exploration of internal diseases affecting the eye. London.

1859. Follin, E., Leçons sur l'application de l'ophthalmoscope au diagnostic des maladies de l'oeil. Paris.

II. Journal-Aufsätze.

1704. Méry in Annales de l'academie des sciences.

1709. La Hire, Ebenda.

1810. Prevost in Bibliothèque brittanique XLV.

1826. Esser in Kästner's Archiv für die gesammte Naturlehre. VIII. 399.

1839. Behr in Hecker's Annalen. Bd. I. S. 373.

1844. Brücke, E., Ueber die physiologische Bedeutung der stabförmigen Körperchen. Müller's Archiv S. 444.

1845. ——— ———, Anatomische Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Augen der Wirbelthiere. Ebenda S. 387.

1846. Cumming, W. in Medico-chirurgical Transactions XXIX, 284.

1847. Brücke, E., Ueber das Leuchten des menschl. Auges. Müller's Archiv S. 225 u. 479.

1851. Epkens, Beschreibung eines Augenspiegels. Nederl. Weekbl. voor Geneesk. v. 21 Dec.

Czermak, Das Orthoscop. Prager Vierteljahrschrift Bd. 32.

1852. Helmholtz, H., Ueber eine neue einfachste Form des Augenspiegels. Vierordt's Archiv II, 827.

Follin, Archives génér. de Médecine, Juill.; Annales d'oculistique XXVIII, 76.

Fröbelius, W., Ueber die Untersuchung der Retina im lebenden Auge vermittelst des Helmholtz'schen Augenspiegels. Med. Zeitung Russlands Nr. 46. S. 364.

1853. Czermak, Beiträge zur Ophthalmoscopie. Prager Vierteljahrschrift X, 2.

Ulrich, R., Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Henle und Pfeufer Zeitschrift IV, 175.

1853. Meyerstein, Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Ebenda S. 310.

Follin et Nachet in Mém. de la Société de Chirurgie III.

Spencer Wells in Medical Times, Septbr.

Zehender, W., Neuer Augenspiegel. Zeitschr. d. Gesellschaft d. Wiener Aerzte Nr. 12.

Pauli, Ueber den Follin'schen Augenspiegel. Illustr. medicin. Zeitung III, 4.

Maressal de Marsilly, Notice sur l'ophthalmoscope de MM. Follin et Nachet Annales d'oculistique XXVIII.

Hoyak u. Tilanus, Fall von Amaurose. Weekbl. voor Geneesk. II. Jaarg. S. 497.

Donders, Beobachtungen mit dem Augenspiegel. Nederl. Lancet 3. Serie I. 739.

1854. Donders, Verbeteringen an dem oogspiegel. Jaarg. IV. bl. 131 u. 153.

Anagnostakis, Essai sur l'exploration de la rétine etc. Annales d'oculistique Fevr. et Mars.

Schauenburg, Die ophthalmoscopische Methode, ein Vortrag etc. Archiv für wissenschaftliche Heilkunde II, 48.

Sämann, O., Ueber den Augenspiegel. Deutsche Klinik 1 u. 2.

Klaunig, H., Neuer Augenspiegel. Ebenda Nr. 16, 27, 28.

Pastau, Beschreibung eines neuen von Prof. Burow construirten Augenspiegels. Ebenda 48.

Zehender, W., Ueber die Beleuchtung des innern Auges mit specieller Berücksichtigung eines nach eigener Angabe construirten Augenspiegels. v. Gräfe's Archiv I, 1.

Jäger, Ed., Blutbewegung in der Retina. Wiener Wochenschrift Nr. 3—5.

——— ———, Ueber Glaucom. Ebenda Nr. 21.

——— ———, Ueber Retinitis. Ebenda Nr. 47.

Stellwag von Carion, Ueber Chorioiditis. Ebenda Nr. 24.

v. Gräfe, Ueber den Puls im Auge, dessen Archiv I, 1.

——— ———, Ueber Sclerotico-Chorioiditis posterior, Ebenda.

——— ———, Ruptur der Chorioidea. Ebenda.

——— ———, Ueber Ablösung der Netzhaut. Ebenda.

——— ———, Ueber glaucomatöse Amaurose. Ebenda.

——— ———, Ueber Cataract. Deutsche Klinik Nr. 4.

——— ———, Ueber Amaurose. Ebenda Nr. 6.

Hulke, Nutzen des Augenspiegels. Assoc. Journ. 86.

Bader, C. u. Roberts, On the means of diagnosing the internal diseases of the eye Brit. Review. April.

1855. Helmholtz, H., Ueber die Accomodation des Auges. Archiv f. Ophthalmologie I, 2.

Donders, Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Ebenda.

Liebreich, Ophthalmoscopische Notizen — (Farbe des Augengrundes; Apoplexia retinae und Beschreibung eines neuen Augenspiegels; Cysticercus im Glaskörper; seitliche Beleuchtung und mikroscopische Untersuchung des Auges). — Ebenda.

Hasner, J. v., Ueber den Augenspiegel. Prager Vierteljahrschrift XII, 1. S. 133.

Bader, Diagnose mit dem Augenspiegel. Ebenda XII, 3. S. 96.

Ryba, Zur Theorie und praktischen Anwendung der Augenspiegel. Ebenda S. 83.

Jäger, Ed., Ueber Chorioidealexsudate. Oester. Zeitschr. f. praktische Heilkunde Nr. 4.

Stellwag v. Carion, Ueber Amblyopie und Amaurose in ihrer Beziehung zu den Leistungen des Augenspiegels. Wiener Wochenschrift Nr. 13 u. 14.

1855. Tavignot, Ueber die verschiedenen Methoden zur Untersuchung der Augen. Arch. d'Ophthalm. Janv. u. Fevr.

Guépin, A., Ueber die Retina und über die Krankheiten derselben. Annal. d'oculistique, Juin.

Williams, Neuer Augenspiegel und einige damit beobachtete Fälle. Med. Times and Gaz. July 1.

v. Gräfe, Ueber Parasiten im Auge, dessen Archiv I, 2.

——— ———, Ueber Schichtstaar. Ebenda.

——— ———, Nachträgliche Bemerkungen über Sclerotico-Chorioiditis posterior. Ebenda.

——— ———, Bemerkungen über Glaucom, besonders über den bei dieser Krankheit vorkommenden Arterienpuls auf der Netzhaut. Ebenda.

——— ———, Ophthalmoscopischer Befund bei einem Fall von Mikrophthalmus congenitus mit Colobom. Ebenda II, 1.

——— ———, Fälle von spontanen Linsendislocationen. Ebenda.

——— ———, Fälle von Cysticercus im Auge. Ebenda.

Weber, A., Ein Fall von partieller Hyperämie der Chorioidea bei einem Kaninchen. Ebenda.

1856. Heymann, Die Augenspiegel, ihre Construction und Anwendung etc. Schmidt's Jahrbücher etc. 89, 1.

——— ———, Ueber Amaurose nach Beobachtungen mit dem Augenspiegel. Prager Vierteljahrschrift XIII, 1.

——— ———, Zur Sclerotico-Chorioiditis posterior. v. Gräfe's Archiv II, 2. S. 131.

——— ———, Ueber Amaurose bei Bright'scher Krankheit und Fettdegeneration der Netzhaut. Ebenda.

Förster, A., Ueber die bisherigen Leistungen des Augenspiegels. Verhandlungen der schles. Gesellschaft.

de la Calle, Applications physiologiques et pathologiques de l'ophthalmoscopie. (Extrait de sa thèse inaugurale). Gaz. hebd. IV. 29, 31.

Hogg, Jabez, Ueber den Nutzen des Augenspiegels zur Erkenntniss mancher Augenkrankheiten. Lancet I, 16.

——— ———, Der Augenspiegel oder das Ophthalmoscop; sein Werth als diagnostisches Hülfsmittel. Ebenda II, 7.

Porro, J., Die panfocale Brille als Ophthalmoscop verwendet. Bull. de Thér. LIII, 144.

Coote, Holmes, Ueber die Anwendung des Ophthalmoscops bei Krankheiten des Augengrundes. Brit. med. Journ. March.

Follin, E., Ueber die Untersuchung des Auges mit Hülfe d. Augenspiegels. Arch. gén. Sept.

Fröbelius, Ophthalmoscopische Untersuchungen des Auges mit dem Augenspiegel von Coccius. Med. Zeitung Russlands Nr. 20—22.

Frank, P., Ophthalmoscopische Skizzen. Med. Tim. and Gaz. Sept.

Virchow, R., Zur pathologischen Anatomie der Netzhaut und des Sehnerven, dessen Archiv X, 1 u. 2.

Jäger, Ed., Entozoon im menschlichen Auge. Wiener Wochenschrift Nr. 10.

——— ———, Der Augenspiegel als Optometer. Oestr. Zeitschrift für prakt. Heilkunde Nr. 10.

Klaunig, H., Einige Bemerkungen über Augenspiegel von Glas, nebst Angabe einer vortheilhaften Verbesserung. Deutsche Klinik vom 17. Nov.

1856. Müller, H., Ueber die Arteria hyaloidea als ophthalmoscopisches Objekt. v. Gräfe's Archiv II, 2.

Zehender, W., Ueber die Beobachtung des innern Auges durch heterocentrische Augenspiegel. Ebenda.

v. Gräfe, Ueber das ophthalmoscopische Erscheinen von Cholestearin zwischen Netzhaut u. Chorioidea. Ebenda.

—— ——, Ueber die ophthalmoscopische Beobachtung gewisser Augenmuskelwirkungen. Ebenda.

—— ——, Zwei neue Fälle von Cysticercus. Ebenda.

—— ——, Augenspiegelbefund bei secundärer Chorioiditis. Ebenda S. 231.

Desmarres y Castorini, Oftalmoscopos. El siglo médico, Número 135.

1857. Heymann, Ueber Ophthalmoscopie bei verschiedenen Augenleiden. Gaz. hebd. IV, 41.

Anagnostakis, Modificirtes Ophthalmoscop. Ebenda.

Burow, Ueber Construction heterocentrischer Augenspiegel. v. Gräfe's Archiv III, 2.

Förster, A., Ueber Excavationen der Papilla optica. Ebenda.

Schneller, Ein Mikrometer am Augenspiegel und damit ausgeführte Untersuchungen. Ebenda.

v. Gräfe, Ueber Cysticercus im Auge. Ebenda.

—— ——, Ueber fremde Körper im Innern des Auges. Ebenda.

—— ——, Ueber die Wirkung der Iridectomie bei Glaucom. Ebenda.

Bergmann, Anatomisches und Physiologisches über die Netzhaut des Auges. Henle und Pfeufer Zeitschrift II, 3.

Cooper, W., Ueber Hämorrhagien im Innern des Auges. Ann. d'oculistiq. Oct.

Walton, H., Ueber einige Formen des Doppelsehens und über den Gebrauch des Ophthalmoscops. Brit. med. Journ. Dec.

Heyfelder, Ueber simulirte Kurzsichtigkeit und Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Oestr. Zeitschrift für prakt. Heilkunde III, Nr. 37.

Quaglino, A., Intorno alle malattie del corpo vitreo considerate come caussa di ambliopia amaurotica e di amaurosi. Ann. univers. Oct.—Dec.

Wagner, Ueber Amblyopie und Amaurose bei Brightischer Nierenkrankheit. Archiv für pathologische Anatomie Bd. XII.

1858. Bader, A peculiar disease of the retina. Ophthalmic hospital reports etc. Jan.

Critchett, Plötzlicher Mangel des Sehvermögens während der Lactation; Untersuchung mit dem Ophthalmoscop. Med. Tim. and Gaz. Nr. 30.

Desmarres, Ueber den Werth des Augenspiegels bei mit Glycosurie und Albuminurie verbundener symptomatischer Amblyopie. Bull. de Thér. LIV.

Wehle, F., Ueber den Gebrauch des Augenspiegels. Zeitschrift für Natur- u. Heilkunde in Ungarn Nr. 32.

Noizet, du staphylôme postérieur. Gaz. hebd. Nr. 17—27.

Jäger, Ed., Das Glaucom und seine Heilung durch Iridectomie. Zeitschrift der Wiener Aerzte Nr. 30.

Liebreich, Photographie des Augengrundes. Allgem. med. Central-Zeitung Nr. 67.

Quaglino, A., Sulle malattie interne dell' occhio; saggio di clinica e d'iconografia ottalmoscopica. Annali univers. Dec. p. 449.

Esmarch, Perforation der Netzhaut durch eine Chorioidealblutung. Archiv IV, 1.

1858. Müller, H., Anatomische Beiträge zur Ophthalmologie. Archiv IV, 1 u. IV, 2.

Busch, W., Cysticercus im Glaskörper. Ebenda.

Manz, W., Tuberculose der Chorioidea. Ebenda.

v. Gräfe, Weitere klinische Bemerkungen über Glaucom, glaucomatöse Krankheiten und die Heilwirkung der Iridectomie. Ebenda.

——— ———, Cysticercus im Glaskörper durch die Cornea extrahirt. Ebenda.

——— ———, Zur Diagnose des beginnenden intraoculären Krebses. Ebenda.

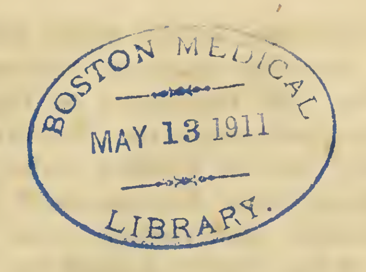
——— ———, Zur Lehre von der Netzhautablösung. Ebenda.

——— ———, Exceptionelles Verhalten des Gesichtsfeldes bei Pigmententartung der Netzhaut.

Liebreich, R., Histologisch-ophthalmoscopische Notizen. Ebenda.

Lecorché, de l'altération de la vision dans la nephrite albumineuse; Thèse de Paris Nr. 150.

1859. Giraud-Teulon, Théorie de l'ophthalmoscope, avec les déductions pratiques qui en dérivent, indispensable à l'intelligence du mécanisme de l'instrument. Gaz. méd. de Paris Nr. 7 u. 8.



Wie jede grosse, epochemachende Erfindung in verschieden langer Zeit und auf verschiedene Weise vorbereitet wird, bis es dem Genie des dazu Berufenen gelingt, die in ihrer Art werthvollen und oft nur falsch gedeuteten Bausteine in ihrem wahren Werth zu erkennen und zu einem gemeinsamen, grossen Ganzen zu vereinigen, so geschah es auch mit der Erfindung des Augenspiegels, die auf doppelte Weise vorbereitet, durch Prof. Heinrich Helmholtz eine Verwirklichung fand, die sie zu der grossartigsten Erfindung der Neuzeit im Gebiet der Ophthalmologie erhob und deren ganze Tragweite zu ermessen wir jetzt noch ausser Stand sind. — Als Vorbereitungen für die Erfindung des Augenspiegels müssen wir das Suchen nach Beantwortung der zwei Fragen betrachten: wesshalb bisweilen die Augen von Thieren und Menschen in röthlichem Scheine leuchten, und wesshalb das Innere des Auges dunkel erscheine.

Schon in den ältesten Zeiten hatte man an mit einem Tapetum versehenen Thieren, besonders an Hunden und Katzen, das Leuchten der Augen beobachtet und es einer unter dem Einfluss des Nervensystems stehenden spontanen Lichtentwicklung im Auge zugeschrieben, die besonders dann stark hervorträte, wenn die Thiere gereizt würden; eine Ansicht, welche noch bis in die neueste Zeit ihre Anhänger und Vertheidiger fand. Die Ersten, welche ihr entgegen traten, waren Prevost, Rudolphi und Gruithuisen (1810), von denen der Erstere nachwies, dass das Augenleuchten nie in einem vollkommen dunklen Raume zu beobachten, daher nur als Reflex einfallenden Lichtes zu betrachten sei, Letzterer dasselbe als eine Wirkung des Tapetum ansah, verbunden mit einer ausserordentlichen Lichtbrechung in der Krystalllinse, während Rudolphi zuerst darauf aufmerksam machte, dass man, um das Leuchten zu sehen, immer in einer bestimmten Richtung in das Auge blicken müsse.

Beobachtet man das Leuchten der Augen an Hunden und Katzen, so wird man bemerken, dass die Farbe des leuchtenden Augengrundes sich nicht gleichbleibt, dass sie vielmehr in verschiedenen Nuançen von Roth und Grün wechselt; die erste richtige Erklärung dieser Erscheinung gab Esser (1826), der dieselbe davon ableitet, dass durch Be-

wegungen des Bulbus verschieden gefärbte Stellen des Tapetum zur Anschauung kämen, die dann die verschiedene Färbung der reflectirten Lichtstrahlen verursachten. Die Bewegungen des Bulbus selbst als Erklärung des Augenleuchtens zu benutzen, versuchte Hassenstein (1836), welcher beobachtet hatte, dass das Leuchten stärker hervorträte, wenn der Bulbus in der Richtung seiner Axe comprimirt würde, und daher annahm, dass das Leuchten dann entstehe, wenn durch Druck der Augenmuskeln auf den Bulbus derselbe in seiner Axe verkürzt werde.

Die Bedingungen des Augenleuchtens richtig, jedoch ohne hinzugefügte Erklärung ausgesprochen, finden sich bei Behr (1839), welcher, bei Mittheilung eines Falles von totaler Irideremie bei einem Mädchen, angiebt, dass die Augen des Beobachters fast ganz parallel mit den einfallenden Strahlen nach den Augen des Kindes sehen mussten, um das Leuchten derselben zu beobachten, dass dasselbe aber verschwand, sobald man unter der Sehaxe in das Auge sah.

Wissenschaftlich zum Abschluss gebracht wurde die Frage über das Augenleuchten durch die Arbeiten von Cumming (1846) und ganz besonders von Brücke (1844—47), denen wir noch die von Coccius (1853) anreihen, welcher die Bedingungen des scheinbar spontanen Leuchtens am Menschenauge (in seiner Schrift über den Augenspiegel pag. 198 ff.) ausführlich erörtert hat.

Die andere Frage war zuerst von Méry (1704), der, als er zufällig eine Katze unter Wasser hielt, die Gefässe der Netzhaut und die Farbe des Augengrundes sah, angeregt, aber erst von de la Hire (1709) richtig erklärt worden. Doch weder de la Hire's Erklärung, die wir weiter unten kennen lernen werden, noch Kussmauls (1845) an schönen Beobachtungen reiche Beantwortung der von der medicin. Facultät zu Heidelberg gestellten Preisfrage über die anatomisch-physiologische und pathologische Untersuchung der verschiedenen Farben, die auf dem Grunde des Auges unabhängig von Trübungen in den durchsichtigen Geweben beobachtet werden, vermochten volle Klarheit in die zur Beantwortung der betreffenden Frage nöthigen Verhältnisse zu bringen, was erst durch Helmholtz (1851) geschah.

Soviel in den flüchtigsten Umrissen von der geschichtlichen Entwicklung des Augenspiegels, da wir auf die zum Verständniss nöthigen Einzelheiten weiter zurückkommen werden.

Erster Abschnitt.

Die verschiedenen Formen der Augenspiegel und die ihnen zu Grunde liegenden Principien.

Wenn wir die Augen Anderer betrachten, so erscheinen uns dieselben im Binnenraum der Pupille vollkommen dunkel, als ein schwarzes Feld, aus dessen Hintergrund selbst bei der hellsten Beleuchtung durch Kerzen- oder Sonnenlicht kein einziger gespiegelter Strahl in unser Auge dringt, wie wir diess doch nach dem bekannten physikalischen Gesetz, dass beim Uebergang von Lichtstrahlen aus einem Medium in ein anderes, immer nur ein grösserer oder geringerer Theil derselben in das neue Medium eintritt, ein Theil dagegen zurückgeworfen oder gespiegelt wird, erwarten sollten.

Die Gründe dafür sind kurz folgende: Nehmen wir an, ein leuchtender Punkt befindet sich in solcher Entfernung vom Auge, dass bei entsprechendem Accomodationszustand desselben, ein punktförmiges Bild des Punktes gerade auf die empfindende Netzhautfläche fällt. Da die Netzhaut nun trotz ihrer complicirten Zusammensetzung aus verschiedenen Formelementen in solchem Grade durchsichtig ist, dass fast alle Strahlen durch sie hindurch gehen und nur wenige gespiegelt werden, so treffen die durch die Netzhaut gegangenen Strahlen auf die Chorioidea, von deren dichter schwarzer Pigmentlage sie zum grössten Theil absorbirt werden, um so mehr natürlich je schwärzer die Fläche ist. Da aber eine absolut schwarze Fläche, welche alles Licht absorbirt, im Auge nicht existirt, so muss demnach auch von der Chorioidea immer noch ein geringer Theil der sie treffenden Lichtstrahlen zurückgeworfen oder gespiegelt werden. Diese Spiegelung nun ist aber keine unregelmässige, allseitige, wie von einer matten Fläche, sondern wie bei allen Systemen brechender Flächen eine so regelmässige, dass wenn alle Strahlen, welche von einem leuchtenden Punkt ausgegangen sind, auf einem Punkt der Netzhaut vereinigt werden, derjenige Theil derselben, welcher zurückgeworfen wird, auf denselben Wegen, auf denen er

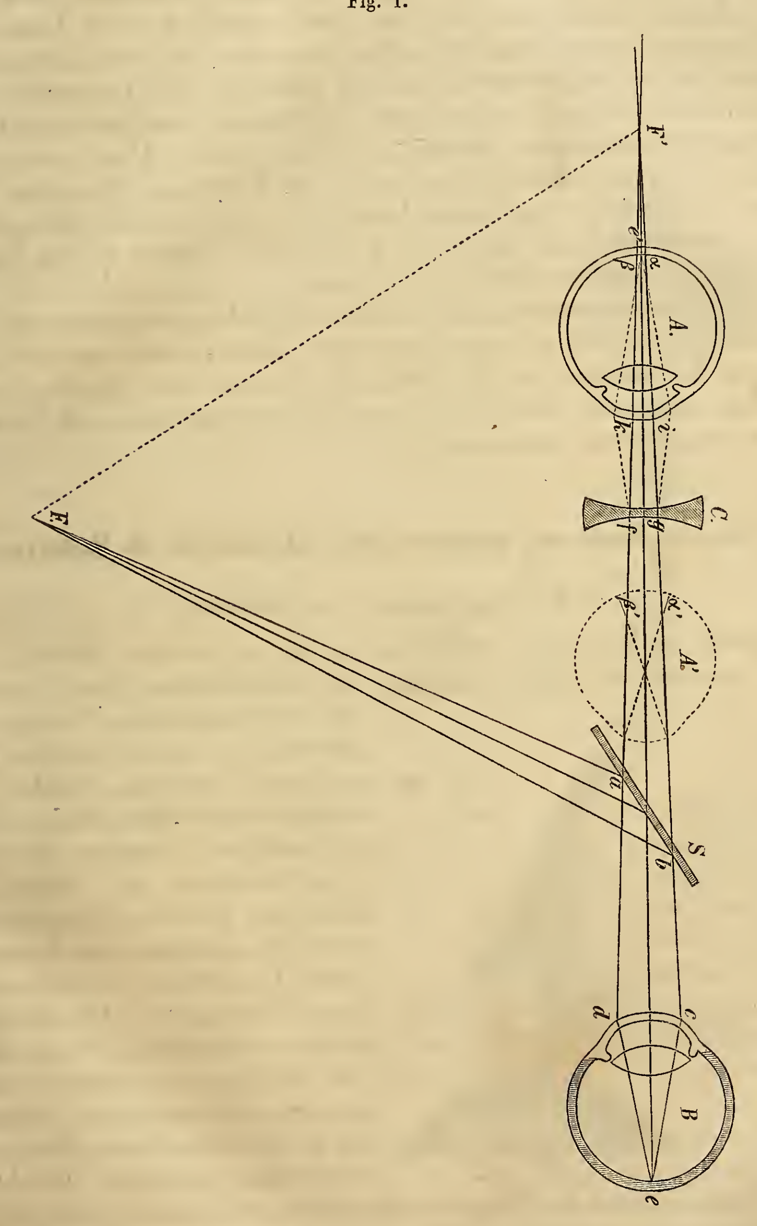
gekommen, wieder zurück, aus der Pupille heraus, wieder nach dem leuchtenden Objektpunkt geht. Der Bildpunkt auf der Retina verhält sich bei dieser Spiegelung ganz als conjugirter Vereinigungspunkt zum betreffenden Objektpunkt; die von ersterem ausgehenden Strahlen vereinigen sich wieder in letzterem, indem jeder gespiegelte Strahl dieselben Brechungen in den dioptrischen Medien rückwärts erleidet, die er bei seinem Eindringen von aussen vorwärts erlitten hat, das Spiegelbild des Retinabildes fällt also in den Objektpunkt. Um daher etwas von diesem Licht aufzufangen, müsste sich das Auge des Beobachters zwischen den leuchtenden Punkt und das beleuchtete Auge einschieben, was natürlich unmöglich ist, ohne dem beleuchteten Auge das Licht abzuschneiden.

Ebensowenig aber kann der Beobachter Licht aus dem Auge eines Andern zurückkehren sehen, wenn das letztere für die Pupille des Beobachters genau accomodirt ist. Unter diesem Umstand wird nämlich ein genaues dunkles Bild der Pupille des Beobachters auf der Netzhaut des beobachteten Auges entworfen werden. Rückwärts werden die Augenmedien ein Bild dieser dunklen Stelle der Netzhaut gerade auf die Pupille des Beobachters werfen und somit wird dieser gerade nur den Wiederschein seiner eigenen schwarzen Pupille in der fremden sehen.

Unter gewissen Bedingungen jedoch sehen wir auch den Augengrund des Menschen im röthlichen Schein leuchten. Nehmen wir nämlich an, es sei in Fig. 1. F ein leuchtender Punkt, S eine unbelegte Glassplatte, welche das auffallende Licht a b so nach dem beobachteten Auge B wirft, als käme es von dem ebensoweit hinter S liegenden Punkt F', als der leuchtende Punkt F vor S liegt. Abgesehen von dem durch unregelmässige Reflexion und andere Verhältnisse eintretenden Verlust, gelangen die von S reflectirten Lichtstrahlen a d und b c in das beobachtete Auge und werden in e auf der Netzhaut vereinigt. Die ausfahrenden Strahlen müssen nun sowohl in als ausser dem Auge B genau denselben Weg gehen, wie die einfallenden, sie gelangen daher in dem abgestutzten Kegel c b a d zur Glassplatte; ein Theil davon wird wieder nach F reflectirt, der andere aber geht in unveränderter Richtung fort und würde sich demnach in F' vereinigen, darüber hinaus wieder auseinander fahren. Stellt sich nun das Auge A des Beobachters denselben noch vor ihrer Vereinigung, etwa in A' entgegen, so erhält es von e convergente Strahlen, die durch den dioptrischen Apparat des Auges A noch convergenter gemacht, sich vor dessen Netzhaut vereinigen und so auf derselben einen Zerstreuungskreis α' β' bilden würden. Es würde daher das Auge A zwar kein Bild, doch aber die Empfindung von Licht erhalten, es würde das Auge B erleuchtet sehen; das gleiche würde eintreten, sobald das Auge A die hinter F' divergirenden Strahlen auffangen würde.

Nach diesem von von Erlach zuerst angedeuteten Princip war H. Helmholtz, (damals Professor in Königsberg, jetzt in Heidelberg),

Fig. 1.



der Erste, welcher die Gründe erkannte, warum wir die Netzhaut nicht sehen und die Mittel fand, dieses zu bewirken. Die Aufgabe war eine dreifache; der zu beobachtende Augengrund musste hinreichend erleuch-

tet, das beobachtende Auge in die Richtung der ausfahrenden Strahlen versetzt und diese selbst mussten aus convergenten in divergente oder parallele verwandelt werden. Die Lösung war der Hauptsache nach gegeben, wenn man in einem dunklen Zimmer das Licht einer Lampe so auf eine gut polirte Glasplatte fallen liess, dass die davon reflectirten Strahlen in das zu beobachtende Auge gelangten, der Beobachter von der Rückseite in das zu beobachtende Auge schaute und durch ein Concavglas die convergenten Strahlen divergent machte. Denn setzen wir in Fig. 1. vor das beobachtende Auge *A* das Concavglas *C*, so wird der durch *S* gegangene convergente Lichtkegel *b g f a* in den divergenten *g i k f* verwandelt, den das Auge *A* auf seiner Netzhaut in dem Punkt *e'* zu einem deutlichen Bild von *e* vereinigt.

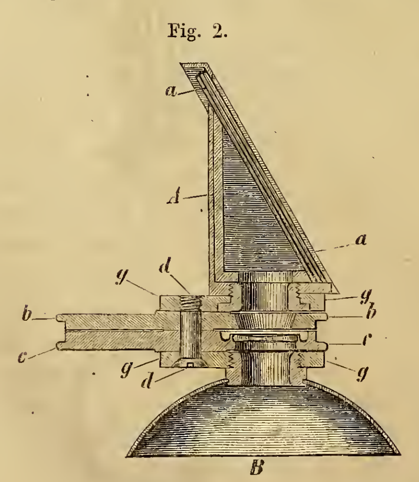
Die Zusammenstellung eines solchen Beleuchtungsapparates mit den passenden Glaslinsen giebt ein Instrument, mittelst dessen man die Bilder auf der Netzhaut und die Theile der Netzhaut eines fremden Auges deutlich sehen und untersuchen kann; diesem Instrument gab Helmholtz den Namen Augenspiegel.

I. Augenspiegel mit planparallelen Glasplatten als Reflector.

1) Der Augenspiegel von Helmholtz,

dargestellt in Fig. 2. in natürlicher, in Fig. 3. in halber Grösse, von vorn gesehen, mit einer Modification der ursprünglichen Form, welche von dem Mechanikus Rekoss angebracht ist, nämlich mit zwei beweglichen Scheiben, welche die nöthigen Concavlinsen tragen. Die reflectirenden Glasplatten sind mit *a a* bezeichnet; sie bilden die nach vorn gekehrte Hypotenusenfläche eines prismatischen Kastens, dessen Grundfläche ein rechtwinkliges Dreieck ist. Die übrigen Flächen dieses hohlen Prisma sind aus Metallplatten gebildet, und, um das Licht möglichst vollständig zu absorbiren, innen mit schwarzem Sammt ausgelegt. Die kleinere Kathetenfläche des Prisma ist an dem Gestell des Augenspiegels so befestigt, dass sie sich um die optische Axe des Instrumentes drehen kann und hat dieser Axe entsprechend eine Oeffnung. Die Glasplatten werden durch einen rechtwinkligen Rahmen an dem prismatischen Kasten

Fig. 2.



zurückgehalten; der Rahmen selbst ist durch zwei Schrauben *e e* an die dreiseitige Grundfläche des Kastens befestigt. Damit der unbelegte Spiegel die Hälfte des auffallenden Lichtes zurückwerfe, kann man ihn entweder aus einer Glasplatte bestehen lassen, oder aus mehreren übereinandergelegten; der passende Einfallswinkel der reflectirten Lichtstrahlen ist für eine Platte = 70°, für 3 Platten = 60°, für 4 Platten = 56°.

Fig. 3. (1/2).

In das metallene Gestell *g g* des Instrumentes ist ferner eine Axe *d d* eingelassen, um welche sich zwei Scheiben *b b* und *c c* drehen. Jede dieser Scheiben hat fünf Oeffnungen; in je vieren sind Concavgläser von 6—13 Zoll Brennweite eingesetzt, die fünfte ist leer. Diese Oeffnungen können nacheinander in die optische Axe des Instrumentes gebracht werden, so dass der Beobachter, welcher sein Auge an das beckenförmige Ocularstück *B* anlegt, durch sie und die Glasplatten *a a* hindurchsieht. Damit die Scheiben ihre Stellung nicht verändern, sind an ihrem Rand Grübchen angebracht, in welche sich die Enden zweier Federn *h* einlegen.

Beim Gebrauch des Spiegels, setzt sich der Beobachter dicht vor den zu Beobachtenden und stellt an seiner Seite eine hellbrennende Lampe auf. Ein undurchsichtiger Schirm wird so aufgestellt, dass er das Gesicht des Beobachteten überschattet. Der Beobachter bringt zuerst den Spiegel, ohne hindurch zu sehen, ungefähr in die richtige Stellung vor das Gesicht des Beobachteten, und dreht ihn so, dass die Glasplatten ihren hellen Reflex auf das zu beobachtende Auge werfen; dann blickt er hindurch und sieht nun die Netzhaut roth erleuchtet. Wenn er nicht sogleich seine Augen für die feineren Theile accomodiren kann, dreht er mit dem Zeigefinger der Hand, welche das Instrument hält, eine der Scheiben, bis er die passende Concavlinse gefunden hat. Wenn die Beleuchtung der Netzhaut verschwindet, achte man auf den hellen Reflex der Glasplatten im Gesicht des Beobachteten und führe diesen wieder auf das Auge zurück.

Die Vortheile, welche dieser Spiegel bietet, sind, dass man mit demselben das Netzhautbild der Flamme, seine Lage, sowie seine Veränderungen bei der Accomodation auf nähere oder fernere Objekte genau beobachten kann, und dass ein gesundes Auge die Erleuchtung Stundenlang ertragen kann, ohne geblendet zu werden. Die Uebelstände an denen dieser Spiegel leidet, sind die relativ geringe Beleuchtung des

Augengrundes und der störende Reflex der Cornea, welch' letzterer Uebelstand durch die Polarisation des Lichtes mittelst der vier Glasplatten soviel als möglich gemindert ist. Es wird sich daher dieses Instrument zu den meisten physiologischen Untersuchungen und Versuchen eignen, während bei augenärztlichen Untersuchungen, bei denen meist ein grösseres Gesichtsfeld und grössere Helligkeit bei geringerer Vergrösserung vortheilhafter sind, belegte durchbohrte Spiegel mit Convexlinsen den Vorzug verdienen.

2) Der Augenspiegel von Follin,

dargestellt in Fig. 4. — Derselbe ist im Wesentlichen nur der Helmholtz'sche Augenspiegel auf ein Stativ gestellt und mit einer Convexlinse versehen, welche, in der Nähe der Flamme befestigt, divergente Lichtstrahlen auf die reflectirenden Glasplatten wirft.

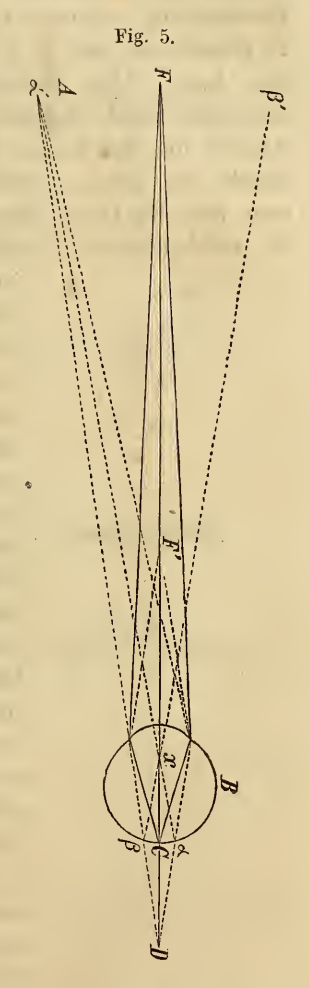
Das Instrument besteht aus folgenden Theilen: Auf einer hölzernen, mit einem Fuss versehenen Säule *a* ist der Helmholtz'sche Apparat mit den reflectirenden Glasplatten *f* durch ein Charniergelenk *h* um seine Vertikalaxe drehbar befestigt. In die in der Horizontalaxe bewegliche Hülse *g* wird die nöthige Concavlinse als Ocular eingelegt. Die Säule *a* trägt ausserdem den dünnen Arm *e*, an dessen Ende die Flamme *b*, mit einem Cylinder *d* bedeckt, befestigt ist. Ausserdem trägt der Arm *e* zwischen Flamme und Instrument die biconvexe Linse *c*, welche auf denselben vor- und rückwärts geschoben werden kann.

Fig. 4.

Die Anwendung einer Convexlinse als Beleuchtungslinse ist jedenfalls eine Vervollkommnung des Helmholtz'schen Instrumentes, jedoch keine Erfindung Follins, da schon Helmholtz selbst davon gesprochen; wenig vortheilhaft aber ist die Aufstellung der Linse in der Nähe der Flamme, indem der Gebrauch des Spiegels, von der Richtungslinie der Linse abhängig gemacht, in seiner freien Beweglichkeit gehindert, ausserdem aber ein zu verschiedenen Tiefenbestimmungen nöthiger, veränderlicher Strahlenfocus unmöglich ist.

Ein anderes Princip, den Augengrund eines fremden beobachteten Auges leuchten zu sehen, ist das von Brücke angegebene. Ist nämlich in Fig. 5 F ein leuchtender Punkt, das zu beobachtende Auge B für die Entfernung $B\ F$ accomodirt, und C das Bild jenes leuchtenden Punktes F auf der Netzhaut von B, dann werden die von C gespiegelten Strahlen sich genau wieder in F vereinigen, so dass das neben F in das Auge B blickende Auge des Beobachters A die Pupille von B schwarz sieht. Rückt nun bei gleichbleibender Accomodation des Auges B für den Punkt F, der leuchtende Punkt nach F', so rückt der Vereinigungspunkt der von F' kommenden Strahlen nach D, fällt also hinter die Netzhaut, auf der Netzhaut selbst aber entsteht ein Zerstreuungskreis $\alpha\ \beta$. Da der Refractionszustand von B für die Entfernung $F\ B$ eingerichtet ist, so werden die Strahlen, die irgend ein beleuchteter Punkt von $\alpha\ \beta$ reflectirt, in der Entfernung $F\ B$ vereinigt, und zwar z. B. von α in der verlängerten Richtungslinie $\alpha\ x$, also in α' und von β in der Richtung $\beta\ x$ in β'. In diesem Fall wird ein in A befindliches Auge des Beobachters einen Theil des von $\alpha\ \beta$ reflectirten Lichtes auffangen, so lange es sich zwischen $\alpha'\ \beta'$ befindet, und demnach B erleuchtet sehen.

Fig. 5.



Auf diesem Princip beruht

3) Helmholtz „einfachster Augenspiegel".

Arzt und Patient setzen sich in einem übrigens dunkeln Zimmer neben einem Tisch so vor einander, dass ihre Gesichter etwa einen Fuss von einander entfernt sind und dass eine Ecke des Tisches zwischen Beide hineinragt. Soll mit dem rechten Auge beobachtet werden, so muss der Tisch zur linken Seite des Beobachters stehen. Der Beobachter setzt eine Kerze, deren Flamme in der Höhe der beiderseitigen Augen steht, dicht vor sich auf die Tischecke, bringt einen dunkeln Schirm zwischen die Flamme und sein Auge und visirt nun dicht neben dem Rand des Schirmes und dicht neben dem hellsten Theil der Flamme vorbei nach dem beobachteten Auge hin, dem er einen Gesichtspunkt hinter seinem Rücken in der Tiefe des Zimmers anweist. Er sieht nun die Pupille des beobachteten Auges roth leuchten und zwar um so stärker, je näher

er am Rande der Flamme vorbeisieht. Bei blauen und kurzsichtigen Augen mit weiter Pupille ist das Leuchten stärker als bei braunen und normalsichtigen, immer aber lässt es sich auch bei diesen erkennen. Sobald der Beobachter die günstigste Stellung seines Auges für die Beobachtung gefunden hat, bringt er eine kleine Convexlinse von $1^1/_2$ bis 2″ Brennweite und $^1/_2$ Zoll Durchmesser zunächst dicht vor das beobachtete Auge. Man erblickt nun Iris und Pupille dieses Auges schwach vergrössert und übersieht hinreichend viel von den äussern Theilen des Auges, um der Linse ohne Schwierigkeit ihre Stellung gerade vor der Pupille zu geben, welche jetzt stärker leuchtend erscheint. Entfernt man nun die Linse allmählig in solcher Richtung von dem Auge, dass die rothleuchtende Pupille fortwährend die Mitte der Pupille einnimmt, so erscheint sie und mit ihr das rothe Feld des Hintergrundes immer grösser und grösser, bis es sich zuletzt über die ganze Fläche der Linse ausbreitet. Jetzt wird man meistens schon von selbst auf das Bild der Netzhautgefässe durch einzelne stärker markirte rothe Stämme aufmerksam; wenn man es nicht sogleich sieht, so erinnere man sich, dass dieses Bild nicht in der Fläche des Glases, sondern je nach seiner Brennweite $1^1/_2 - 2''$ vor ihm, nach der Seite des Beobachters hin, liegt und dass dieser seine Augen für eine kürzere Sehweite adaptiren muss, als die Entfernung der Linse beträgt. Wenn die beiden Augen 12 Zoll von einander entfernt sind, so hat der Beobachter das Netzhautbildchen in 8—9 Zoll Entfernung vor sich, also in bequemer Sehweite; sollte er kurz- oder weitsichtig sein, so bediene er sich einer Brille, wie er sie zum Lesen braucht.

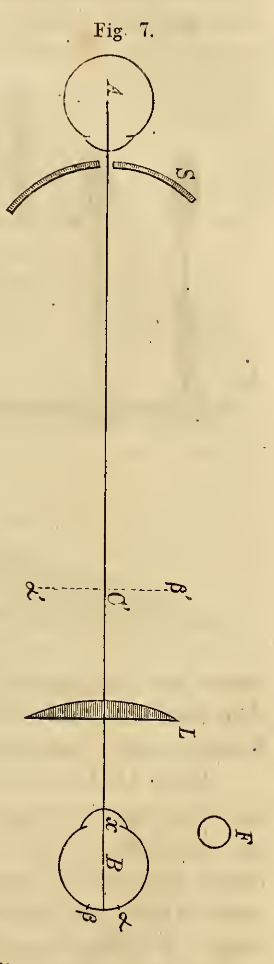
Fig. 6.



Es sei nämlich in Fig. 6 F die Flamme, A das Auge des Beobachters, B das des Beobachteten, S ein Schirm hinter der Flamme, neben welchem das Auge A nach B blickt, und L eine Convexlinse von der Brennweite $L\ C$. Strahlen, die von irgend einem Punkt der Flamme F durch die Linse L, also convergent, nach B gelangen, werden durch dessen dioptrischen Apparat schon mehr oder weniger vor der Netzhaut, z. B. in o vereinigt und treffen die Netzhaut B erst als Zerstreuungskreis $\alpha\ \beta$. Das Auge B sieht nun vor sich eine lichte Scheibe und kann sich im Allgemeinen nicht für eine bestimmte Distanz accomodiren, verhält sich rücksichtlich seiner Ac-

comodation passiv, d. h. ist in einem für parallel einfallendes Licht adaptirten Refractionszustand. Es werden demnach auch die von den einzelnen Punkten des lichten Kreises α β reflectirten Strahlen nach ihrem Austritt aus dem Auge parallel fortgehen, deren Richtung durch den leuchtenden Punkt und den Kreuzungspunkt x bestimmt wird, diese parallelen Strahlen werden nun durch die Linse L in deren jenseits gelegener Brennpunktsebene C zu dem Bilde α' β' vereinigt; es wird also in der Fläche α' β' ein verkehrtes und vergrössertes Bild von α β entworfen, und wenn der Beobachter A sein Auge für die Entfernung A C adaptirt, kann er hier in α' β' ein deutliches, verkehrtes Bild eines Theiles der beleuchteten Netzhautparthie sehen.

Fig. 7.



Nehmen wir nun, wie in Fig. 7, statt des Schirmes S mit unmittelbar dahinter befindlicher Flamme einen durchbohrten Hohlspiegel vor das beobachtende Auge A und versetzen die Flamme F neben das zu beobachtende Auge B in eine solche Lage, dass der Hohlspiegel S Licht durch die Linse L in das Auge B wirft, so ist im Wesentlichen nichts gegen Fig. 6 geändert, man erhält aber den Vortheil, dass man jetzt gleichsam mitten durch die Flamme nach B blicken kann, und dass von S schon convergentes Licht nach B geht.

Das Verdienst nach diesem Princip, zuerst einen Hohlspiegel angewendet zu haben, gebührt dem Professor Th. Ruete; sein Instrument und die daraus entstandenen Modificationen bilden die zweite Klasse der Augenspiegel.

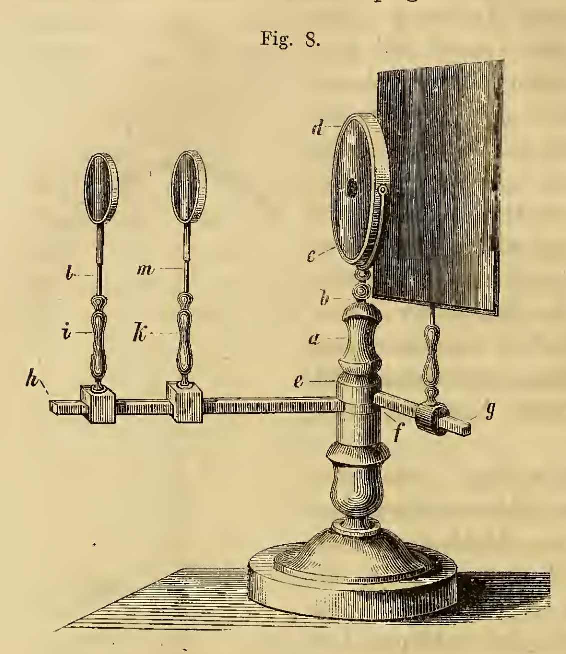
II. Homocentrische Augenspiegel.

4) Der Augenspiegel von Ruete,

dargestellt in Fig. 8 in dem Achtel natürlicher Grösse. — Auf einem runden Fuss von Holz ruht eine Säule a, in deren Axencanal sich ein runder Stab b von Holz befindet, der hoch und niedrig geschoben und durch eine Feder, die sich am untern Ende desselben befindet, in jeder beliebigen Höhe festgehalten werden kann. Auf diesem Stabe ist ein Halbkreis von Messing c befestigt, der sich mit dem Stabe hoch und

niedrig, rechts und links stellen lässt. In diesem Halbkreis ist ein in der Mitte durchbohrter Hohlspiegel *d* von etwa 3 Par. Zoll Durchmesser und 10'' Brennweite durch Schrauben so befestigt, dass er um seine Horizontalaxe gedreht werden kann. In der Mitte der Säule *a* befinden sich zwei hölzerne Ringe, *e* und *f*, welche sich um die Säule drehen lassen. Jeder Ring trägt einen horizontal auslaufenden Arm *g* und *h*; der Arm *g* trägt einen geschwärzten Schirm, der Arm *h*, der in 12 Zoll getheilt ist, trägt zwei vertikale Säulen, *i* und *k*, die rückwärts und vorwärts geschoben werden können. In jeder vertikalen Säule steckt ein am untern Ende mit einer Feder versehener Stift, *l* und *m*, den man auf- und abwärts schieben kann, und auf welchen die nöthigen Concav- oder Convexlinsen aufgesteckt werden.

Fig. 8.



Beim Gebrauch des Instrumentes setzt man den zu Untersuchenden mit durch Atropin erweiterter Pupille in einem dunkeln Zimmer auf einen Stuhl, vor denselben einen kleinen Tisch mit dem Instrumente, neben ihn auf die entgegengesetzte Seite des zu untersuchenden Auges einen Tisch mit einer Lampe, die hoch und niedrig gestellt werden kann. Mit dem zu untersuchenden Auge müssen die Mitte des Spiegels, das dioptrische Glas und die Flamme der Lampe in gleicher Höhe stehen. Während der zu Beobachtende in einer passenden Entfernung in das ihm zunächst stehende Glas blickt, wirft ihm der Beobachter, der hinter dem Schirm sitzt, das vom Spiegel reflectirte Licht in das zu beobachtende Auge und sieht durch das Loch des Spiegels in dasselbe. Will man durch Bildung eines Zerstreuungskreises auf der Netzhaut eine grössere Fläche derselben mit einem Blick erfassen, so schiebt man die Lampe vor- oder rückwärts; will man eine Abschwächung des Lichtes erhalten, so beschattet man mit dem Schirme ein Drittheil oder die Hälfte des Spiegels.

Zur Untersuchung im virtuellen, aufrechten Bilde bedient man sich eines Concavglases von 8—9 Zoll Brennweite, das man auf den Stift *l* steckt. Bei Kurzsichtigen ist das Hohlglas dem Auge 1—3, bei Weit-

sichtigen 3—5 Par. Zoll zu nähern, überhaupt durch Hin- und Herschieben dem Refractionsvermögen der verschiedenen Augen zu accomodiren. Ein kurzsichtiger Beobachter benutzt ausserdem die ihm zusagende Brille. Die Untersuchung im aufrechten Bild eignet sich ganz besonders dazu, um die Objekte des Augenhintergrundes im Detail zu untersuchen und um die eigenthümliche Farbe desselben und die Durchsichtigkeit der brechenden Medien im Ganzen zu prüfen.

Zur Untersuchung im reellen, umgekehrten Bilde bedient man sich anstatt eines concaven eines convexen Glases. Steckt man auf den Stift l ein convexes Glas von etwa $1^1/_2$ Par. Zoll Brennweite, so erhält man, wenn die Entfernung dieses Glases von dem beobachteten Auge etwa 1, und von dem beobachtenden 9—10 Par. Zoll beträgt, ein umgekehrtes 2—$3^1/_2$mal vergrössertes Bild der Retinaobjekte, welches die feinsten Zweige der Centralgefässe, kleine Aneurysmen, Extravasate u. s. w. erkennen lässt. Nimmt man anstatt eines, zwei convexe Gläser, das erste von $1^1/_2$ Par. Zoll Brennweite, das andere von $4^1/_2$ Zoll, und entfernt man das erste 1 Par. Zoll, das zweite $5^1/_2$ Par. Zoll von dem zu beobachtenden Auge, so erhält man ein 3mal vergrössertes, umgekehrtes reelles Bild des Augenhintergrundes in einem ziemlich grossen Gesichtsfeld. Die eintretende Spiegelung vermindert man durch Drehen der Linsen um ihre Verticalaxe, so dass sie etwas schief zur optischen Axe des beobachteten Auges stehen. Eine 9—10fache Vergrösserung erhält man, wenn man ein convexes Glas von $1^1/_2$ Par. Zoll Brennweite ungefähr 2 Zoll, ein zweites von 3 Par. Zoll Brennweite 6 Zoll vom zu beobachtenden Auge aufstellt, doch wird man dabei selten die nöthige Ruhe des Auges erhalten können.

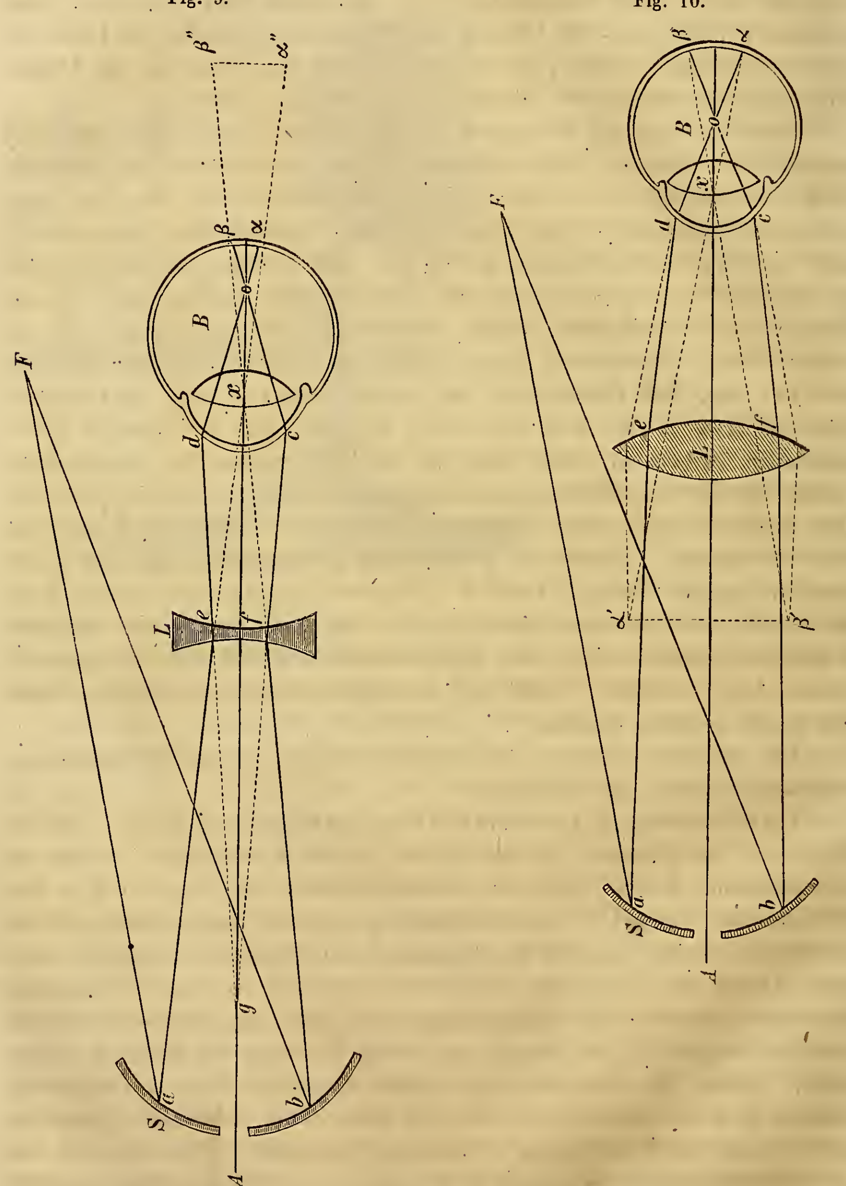
Die optischen Gesetze, nach welchen dieser, wie alle übrigen Concavspiegel wirken, sind folgende:

Untersuchung im virtuellen, aufrechten Bilde. Sei in Fig. 9 F die Flamme, S der Spiegel, L die Concavlinse, B das zu untersuchende Auge. Von der Flamme F fallen die Strahlen $F\ a$ und $F\ b$ auf den Spiegel S, und werden von diesem convergirend zurückgeworfen, so dass sie sich im Brennpunkt des Spiegels vereinigen würden. Durch die Concavlinse L werden sie jedoch vor ihrer Vereinigung divergent gemacht und gelangen nun in d und c zur Cornea des beobachteten Auges B, das davon auf seiner Netzhaut die Bilder $\alpha\ \beta$ entwirft. Indem die Strahlen nun genau denselben Weg zurückgehen, würden sich die Strahlen $\alpha\ d\ e$ und $\beta\ c\ f$ in g vereinigen, wenn sie nicht wieder durch die Linse L divergent gemacht würden, so dass das beobachtende Auge A sie nach $\alpha''\ \beta''$ versetzt und hier ein vergrössertes aufrechtes Bild von $\alpha\ \beta$ erblickt.

Untersuchung im reellen, umgekehrten Bilde. Sei in Fig. 10 F wieder die Flamme, S der Spiegel, L die Convexlinse, B das

beobachtete Auge, so werden die vom Spiegel convergent auf die Linse *L* fallenden Strahlen *a e* und *b f* nach ihrem Durchtritt durch die Linse noch convergenter die Hornhaut des Auges *B* in *c* und *d*

Fig. 9. Fig. 10.



treffen. Durch den dioptrischen Apparat des Auges *B* noch convergenter gemacht, kommen sie schon vor der Netzhaut, z. B. in *o* zur Durchschneidung und bilden so auf derselben den Zerstreuungskreis *α β*. Es

werden nun, wie wir schon in Fig. 6 sahen, in Folge des passiven Accommodationszustandes von B, die reflectirenden Strahlen nach ihrem Austritt aus dem Auge, parallel der Richtungslinie $a\ x$ und $\beta\ x$ fortgehen und nach ihrer Brechung durch die Linse L in α' β' ein reelles, umgekehrtes Bild von α β entwerfen.

Während die grossen Vortheile, die dieses Instrument durch grosse Helligkeit, Schärfe und Schönheit der Bilder bietet, es zu klinischen Demonstrationen, wo ein Gehülfe den Kopf des zu Untersuchenden fixirt, vorzüglich empfehlen, macht es die etwas beschwerliche Handhabung für den praktischen Gebrauch weniger geeignet.

Um diesem Uebelstand abzuhelfen, hat Ruete jetzt ein kleineres, portatives Instrument construirt, dessen Beschreibung hier folgt:

Ein kleiner, central durchbohrter Hohlspiegel, (von 1½″ Durchmesser und 4—6″ Brennweite), ist mittelst eines Charniergelenkes an eine grössere, der Coccius'schen ähnliche Messingstange befestigt, und trägt an seiner Rückseite einen Falz, zum Einlegen eines Ocularglases. Unmittelbar unter dem Charniergelenk ist an der Stange ein längerer, aus 6—8 einzelnen Gelenken, zum Uebereinanderschieben eingerichteter Arm angebracht, der an seinem vordern Ende einen federnden Ring zum Einlegen der nöthigen Concav- oder Convexgläser trägt, und dem Arm *h* Fig. 8 entspricht. Oberhalb der Handhabe befindet sich ein Querbalken, (ähnlich dem Arm *d* Fig. 28), welcher auf einem kurzen Stifte einen entsprechend grossen Pappschirm trägt. Das Instrument giebt sehr schöne Bilder, nur ist das Einstellen und Fixiren des zu beobachtenden Auges durch die grössere Länge des Armes und der Handhabe etwas erschwert.

5) Der Augenspiegel von Anagnostakis.

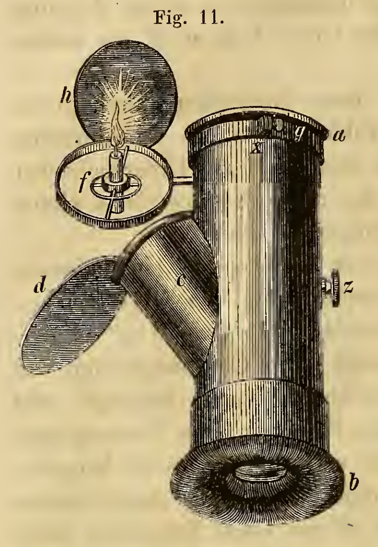
Das Instrument besteht aus einem kleinen, runden Hohlspiegel von 5 Ctmetr. Durchmesser und einer Brennweite von 4½ Zoll, dessen belegte Fläche mit einer geschwärzten Kupferplatte bedeckt ist. Das Centrum des Spiegels ist durchbohrt, der Durchmesser des Loches beträgt 4 Millimeter. Zur bequemen Führung des Instrumentes dient ein kurzer Handgriff. Die Gebrauchsweise des Instrumentes ist die jedes andern Augenspiegels.

6) Der Augenspiegel von Ulrich,

dargestellt in Fig. 11 in perspectivischer Ansicht, Fig 12 im Durchschnitt. — Derselbe besteht aus zwei in einem Winkel von etwa 40° vereinigten und an der innern Fläche geschwärzten Röhren, von denen die eine, *a b* die Linsen und den Spiegel einschliesst, die andere *c* der letztern das Licht zuführt. Die Länge der ersten Röhre, welche „Seh- oder Beobachtungsröhre“ von Ulrich genannt wird, beträgt etwa 5″, ihr

Durchmesser 1″ 8‴. Die zweite Röhre *c* „Lichtröhre“ genannt, besitzt einen geringern Durchmesser und am hintern Rande eine Länge von

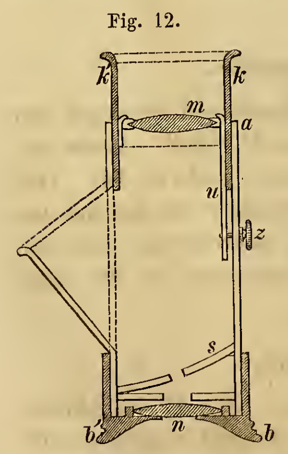
Fig. 11.



nur nahe an 2″, um eine zu grosse Nähe der Lichtquelle am Kopfe des zu Untersuchenden zu verhüten. Das Ende *b* des Rohres, welches mit einer 1/2″ weiten Oeffnung versehen ist, dient zur Aufnahme des beobachtenden Auges; das andere in seinem ganzen Umfang offene Ende *a* umschliesst das zu untersuchende Auge, wesshalb beide Enden mit passenden Ansätzen versehen sind; das freie Ende des Lichtrohres ist mit einer Blende *d* versehen, um den Beobachter gegen scitliches Licht zu schützen; diese Blende dient zugleich als Verschluss für das Lichtrohr. Die Lichtquelle selbst kann für sich allein in einiger Entfernung aufgestellt, oder wie in *f* an dem Instrumente selbst mittelst eines durch Lüftung der Schraube x drehbaren Ringes *g* angebracht sein; das Licht selbst befindet sich in einem Ringe an einer horizontalen Drehaxe. Um den Kopf des Kranken gegen Licht zu schützen, trägt der Ring noch den drehbaren Schirm *h*.

Die innere Einrichtung zeigt Fig. 12 im Durchschnitte; sie besteht aus einem kleinen in der Mitte durchbohrten (1 1/2‴) Hohlspiegel vo

Fig. 12.



1″ 8‴ Durchmesser und 3″ Brennweite und zwei Convexlinsen *m* und *n*. Der Spiegel ist in schräger Richtung zur Axe gestellt, so dass der ein- und ausfallende Strahl mit den Axen der beiden Röhren zusammenfallen; seine Entfernung von der vordern Oeffnung des Schrohres beträgt etwa 4″. Auf der hintern Fläche des Spiegels, nur durch eine Blende von diesem getrennt, liegt die Ocularlinse *n* von 4 1/2″ Brennweite, welche in einer besondern verschiebbaren Röhre *b' b* befindlich ist. Die Objectivlinse *m* von 1 1/2″ Brennweite hat ihre Stellung vor dem Spiegel und kann mittclst einer an ihrer Fassung befestigten Zugstange *u* verschoben und durch die in einer an der Seite des Sehrohres befindlichen Rinne laufende Schraube *z* festgestellt werden. Um dem Instrument cine feste Stellung zu dem beobachteten Auge zu geben und eine gewisse Fixation des letztern hervorzubringen, befindet sich an der Sehröhre noch die Auszugsröhre *k' k*.

Will man das Instrument gebrauchen, so hält man es bei Untersuchung des linken Auges mit der linken Hand und umgekehrt, während man die freie Hand zur Verschiebung des Objectives und zur richtigen Einstellung der Auszugsröhren benutzt. Bei einer Entfernung des deutlichen Sehens von 9 Par. Zoll bedarf es keiner Ausziehung des Tubulus *k' k*, sondern nur einer Verschiebung des Objectivglases um $^1/_4$—$^1/_2$″; bei Weitsichtigen ist eine Verschiebung des Tubulus um $^1/_2$—$^3/_4$″ nothwendig, während Kurzsichtige eine Verschiebung des Objectives meist um 1″ erfordern, und passend ein schwächeres Ocular (eine Convexlinse von 6 Par. Zoll) wählen, welches leicht in die Ocularröhre eingesetzt werden kann.

Zur Untersuchung der Cornea, Iris und Linse, entfernt man das Ocular durch Hinwegnahme des Oculartubulus, wodurch das Instrument die Wirkung einer einfachen Loupe erhält.

Das Instrument kann auch bei Tage angewendet werden.

Als Vortheile dieses hauptsächlich für die Untersuchung im umgekehrten Bilde dienenden Instrumentes liessen sich anführen, dass der ganze zur Untersuchung nöthige Apparat zu einem portativen Ganzen vereinigt und durch Anwendung einer Röhre die Wahrnehmung des Luftbildes in Folge des Abschlusses von allem seitlichen Licht erleichtert ist; dieselben werden jedoch bei weitem von den Nachtheilen übertroffen, deren hauptsächlichste, die Verbindung der Lichtquelle mit dem Ganzen, die senkrecht zur Axe stehende Objectivlinse, deren Reflexbilder sich kaum beseitigen lassen, und der feststehende Spiegel sind.

Fig. 13.

7) Der Augenspiegel v. Stellwag von Carion, dargestellt in Fig. 13 und 14 in natürlicher Grösse. — Derselbe besteht aus einem Concavspiegel von einigen Zollen Brennweite, der in der Mitte durchbohrt, an einem Punkt der Peripherie aber durch ein Nussgelenk mit einer Handhabe verbunden ist. Durch dieses Gelenk ist es möglich, dem Spiegel eine beliebige Stellung zu geben. Hinter dem Spiegel ist eine Rekoss'sche Scheibe angebracht. Ihre Rotationsaxe liegt relativ zu dem Spiegeldurchbruch excentrisch, so dass

man durch Drehen der Scheibe das Centrum einer beliebigen von den der Scheibe eingefügten Linsen vor die Oeffnung des Spiegels bringen kann.

Fig. 14.

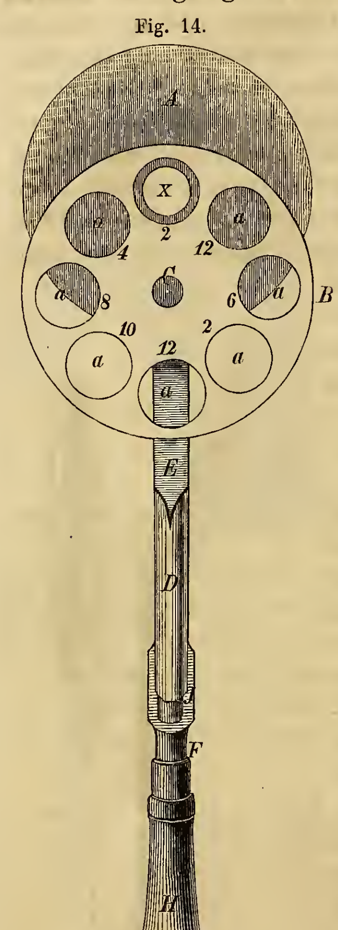


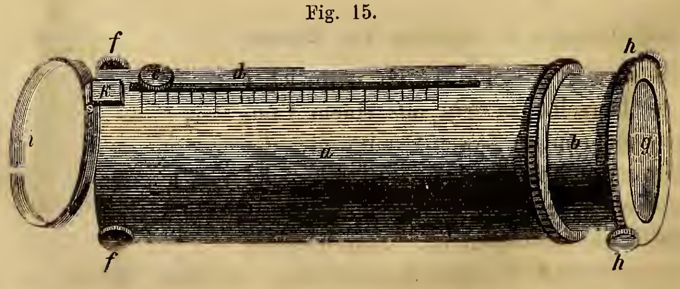
Fig. 13 zeigt den Spiegel von der Seite, Fig. 14 von Hinten. *A* ist der Concavspiegel mit seiner centralen Durchbohrung *X*. In *G* ist der Spiegel mittelst eines Nussgelenkes an die Stange *E* befestigt, welche bei *F* durch eine Schraube mit der Handhabe *H* verbunden ist. An der Stange *E* ist bei *J* eine zweite Stange *D* befestigt, welche an ihrem obern Ende die Rekoss'sche Scheibe *B* trägt, welche um den Stift *C* drehbar ist, so dass nach Belieben eine ihrer 8 Linsen *a* vor das durchbohrte Centrum *X* des Spiegels *A* gebracht werden kann. Die Linsen sind theils Concavgläser Nr. 2, 4, 8, 10, 12, theils Convexgläser Nr. 2, 6, 12.

Um die Grösse des Instrumentes möglichst zu reduciren und es leicht in ein kleines Futteral bringen zu können, muss der Abstand der Stangen *D* und *E* ein sehr geringer sein; daher erlaubt der Spiegel auch nur geringe Neigungen und die Lichtflamme muss jederzeit so gestellt werden, dass die Einfalls- und Reflexionswinkel sehr klein sind.

8) Der Augenspiegel von Hasner,

dargestellt in Fig. 15—17 in halber Grösse. Derselbe besteht aus folgenden Theilen: In einer Messingröhre *a* ist eine zweite *b* verschiebbar und kann mit-

Fig. 15.



telst der Schraube *c* in jeder beliebigen Stellung fixirt werden. Die Schraube *c* bewegt sich in einem Spalt *d* der Röhre *a*. An dem freien

Ende der Röhre *a* ist ein in der Mitte durchbohrter Hohlspiegel von Glas von 7″ Brennweite angebracht, welcher an der Rückseite durch

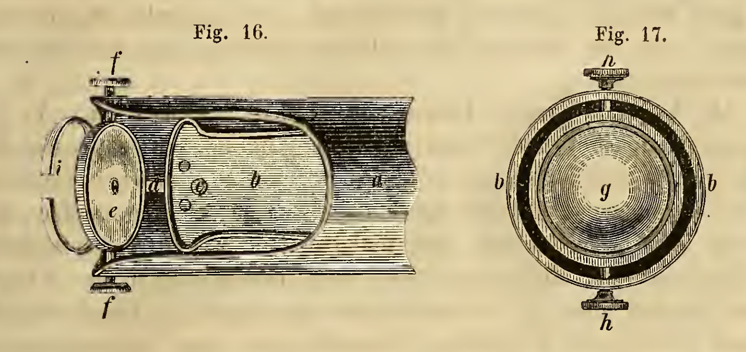


Fig. 16. Fig. 17.

eine Metallplatte geschützt ist und mittelst der Schrauben *f f* gedreht werden kann. Er empfängt das Licht einer seitlich aufgestellten Zuglampe durch einen Ausschnitt der Röhre *a*, welcher in Fig. 16 ersichtlich gemacht ist. An dem freien Ende der Röhre *b* befindet sich in einer Fassung die Convexlinse *g* von 2″ Brennweite, welche gleichfalls mittelst der Schrauben *h h* gedreht werden kann. Hinter dem Hohlspiegel ist an der Röhre *a* eine federnde Brillenfassung *i* angebracht, welcher mittelst des Gelenkes *k* jede beliebige Stellung gegeben werden kann. Die Entfernung der Linse *g* von der Spiegelöffnung kann an der Graduirung, welche sich neben *d* befindet, in Par. Zollen abgelesen werden; diese Entfernung ist auf 8 Zoll ermöglicht.

Bei dem Gebrauch des Instrumentes fasst der Beobachter es mit Daumen und Zeigefinger der einen Hand an den Schrauben *h h*, während er die übrigen Finger dieser Hand an die Stirn des zu Untersuchenden legt; das freie Ende der Röhre *b* wird dem beobachteten Auge je nach Bedürfniss auf $^1/_2$—$1^1/_2$″ nahe gebracht. Mittelst der Schrauben kann zu gleicher Zeit die Linse *g* so um die senkrechte Axe gedreht werden, dass die Reflexbilder zur Seite abweichen. Mit Daumen und Zeigefinger der andern Hand wird die Ocularröhre an den Schrauben *f f* gefasst, der Ausschnitt dieser Röhre der zur Seite aufgestellten Zuglampe zugewendet und dem Spiegel mittelst der Schrauben jene Richtung gegeben, welche erforderlich ist, um das Licht durch die Axe der Röhre in das beobachtete Auge zu leiten. Wenn nun das Auge leuchtet, so wird durch Verchiebung der Röhren die Correction eingeleitet; meist wird eine Convexlinse genügen; nur hochgradig Weitsichtige werden nöthig haben, in die Brillenfassung noch eine schwache Sammellinse Nr. 15—20 einzulegen, wie man sie auch anwendet, wenn man eine Vergrösserung des Bildes will.

Professor Ryba liess die brillenförmige, federnde Fassung *i* viel kleiner machen, und mit einem zweigliederigen Stiele versehen, der durch

ein Gelenk mit dem Rande der die hintere Spiegelfläche bekleidenden Metallplatte verbunden ist. Hierdurch wird es möglich, die Ocularlinse bei jeder schrägen Richtung des Spiegels dem Centralloche zunächt anzulegen, und ihr jedesmal die gehörige Stellung zur Axe des Instrumentes zu geben.

Als Vortheile seines Instrumentes giebt Hasner an: 1) dieser Augenspiegel, solid aus Metall gearbeitet, nimmt keinen grossen Raum in Anspruch und ist ebenso portativ, wie ein Plössel'scher Feldstecher; 2) das umgekehrte Bild der Netzhaut wird sehr leicht gefunden, da die Röhren leicht verschiebbar sind und das Bild wegen des beträchtlichen Durchmessers der Röhre und Linse nicht nothwendig in der Axe angeschaut werden muss; 3) es wird wegen der durch die Hände des Beobachters vermittelten Verbindung desselben mit dem Beobachteten leicht bewahrt; 4) wegen der Beweglichkeit des Spiegels und der gestatteten Axendrehung kann ohne Aenderung der Flamme dem Instrument leicht jede Richtung gegeben werden; 5) die Reflexbilder der Sammellinse sind durch Verschiebung leicht zu beseitigen; 6) das Bild der Netzhaut, innerhalb der geschwärzten Röhre entstehend, erscheint, da alles seitliche Licht abgehalten ist, viel reiner und deutlicher, als wenn es in der freien Luft angeschaut werden muss; 7) die hinter dem Spiegel angebrachte Fassung erleichtert das Anbringen und Entfernen des Ocularglases; 8) an der Graduirung kann der jedesmalige Abstand des beobachtenden Auges von der Convexlinse abgelesen und bei bekannter Sehweite des Beobachters und constantem Abstand der Linse vom beobachteten Auge, immer annäherungsweise der Accomodationszustand des letzteren, mindestens durch Vergleichung verschiedener Beobachtungen bestimmt werden.

9) Der Augenspiegel von Williams.

Das Instrument besteht aus zwei kleinen Hohlspiegeln, deren Brennweite der Entfernung entspricht, in welcher der Beobachter kleine Gegenstände genau sieht; dieselben sind um ihre vertikale Axe drehbar in ein Brillengestell gefasst, das der Beobachter aufsetzt und nun nach richtiger Einstellung des Spiegels das Licht einer seitlich stehenden Flamme ins Auge fallen lässt.

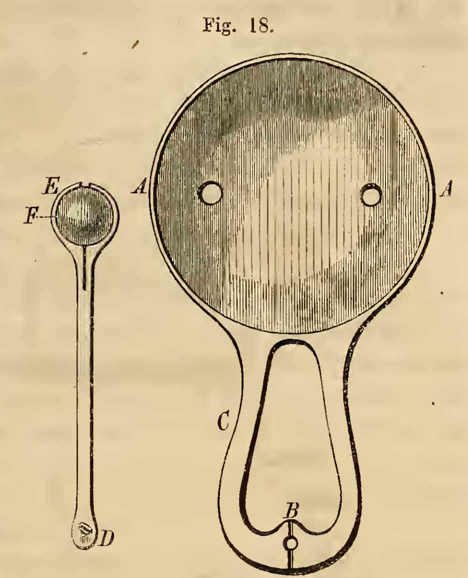
Der von Williams angegebene Vortheil, beide Hände frei zu haben, wird bei Weitem von dem Nachtheil überwogen, den die schwere Einstellung und das unsichere Fixiren bringen.

10) Der Augenspiegel von Desmarres.

Dieser in Fig. 18 abgebildete Augenspiegel besteht aus einem Concavspiegel von 4 Centimeter Durchmesser und 7 Zoll Brennweite, mit zwei parallelen Löchern *A A* für den Beobachter, je nachdem er das

rechte oder linke Auge untersuchen will. Eine wie der Spiegel gefasste Linse von $1^3/_4$ Zoll Brennweite, wird bei der Beobachtung mittelst des Stiftes *D* in einer am Griffe *C* des Spiegels befindlichen Oeffnung *B* befestigt.

Fig. 18.



Ein andres diesem ähnliches von Desmarres benutztes Instrument besteht aus zwei Concavspiegeln, die mit der foliirten Seite aneinander befestigt sind. Die beiden Spiegel haben verschiedene Brennweite, der eine 12 Centimeter, der andre 9 Centimeter. Statt der centralen Oeffnung befindet sich in jedem Spiegel eine kleinere, nahe der Peripherie. Das ganze Instrument ist mit einem Convexglas in eine Schildkrotfassung gefasst.

11) Der Augenspiegel von Heyfelder.

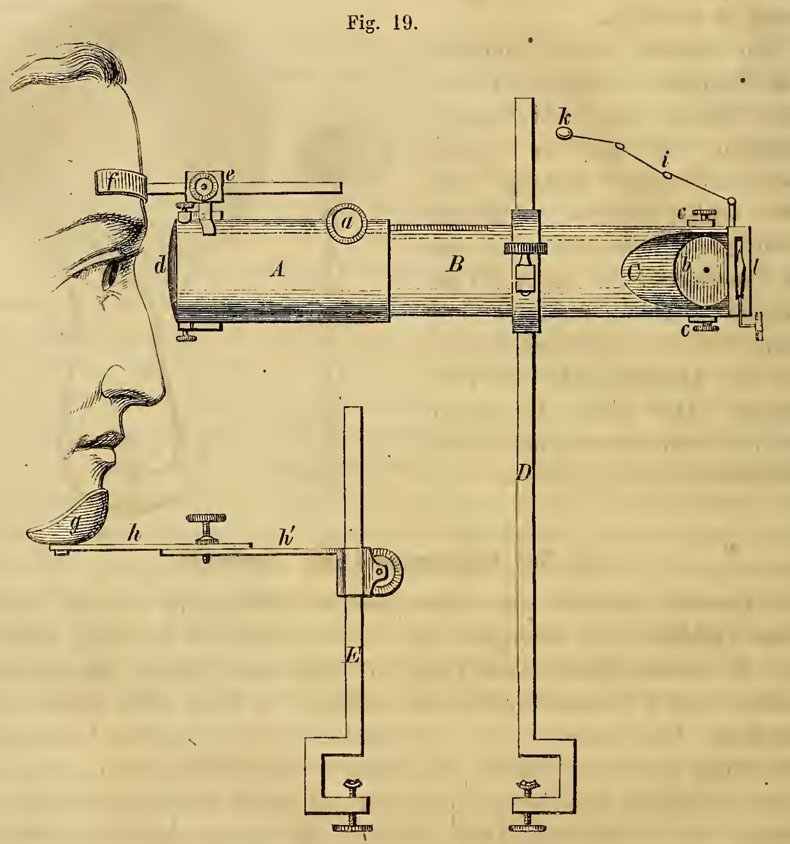
Derselbe besteht aus einem kleinen Hohlspiegel von der Grösse eines Guldens, der beweglich auf einem schwarzen Holzstiel befestigt ist. In seiner Mitte ist der Beleg in Form eines kleinen concentrischen Kreises von 2 Linien Durchmesser entfernt, das Glas selbst nicht durchbrochen. Die concaven und convexen Linsen, durch welche das beobachtete Auge betrachtet werden soll, sind in einen beweglichen, schwarzen Ring einfassbar und können entweder auf einem zweiten Holzgriff aufgesetzt und in der freien Hand gehalten oder besser durch einen kleinen Querast von Messing am Hohlspiegel selbst und zwar in einer Distanz von $^1/_2$—2 Zoll vor oder hinter demselben angebracht werden. In letzterem Fall kann man das ganze Instrument mit einer Hand halten und hat die andere frei, um den Kopf des Kranken zu fixiren.

12) Der Augenspiegel von Liebreich,

dargestellt in Fig. 19 in $^1/_{10}$ natürlicher Grösse. — Von zwei kurzen, mittelst eines Schraubengewindes *a* übereinander verschiebbaren Rohren *A*, *B*, hat das dem Beobachter zugekehrte, *B*, ähnlich wie ein kleiner Mikroskoptisch, nach der rechten Seite einen Ausschnitt *C*, in welchem ein kleiner, metallener Hohlspiegel *b*, durch zwei Doppelfedern *c*, *c*, in der Weise gehalten wird, wie der Spiegel am Jäger'schen Instrument, so dass er um seine vertikale Axe drehbar und mit Leichtigkeit zu ent-

fernen ist; das andere Rohr *A* trägt auf der dem Patienten zugekehrten Seite ein auf dieselbe Weise wie der Spiegel, befestigtes Convexglas *d* von $1^3/_4$—2″ Brennweite, ebenfalls um die vertikale Axe drehbar und leicht zu entfernen.

Fig. 19.



Ueber demselben ist eine 4 Zoll lange und 3 Linien dicke, vierkantige Messingstange *e* so angebracht, dass sie einen an ihrem vordern Ende befestigten, gepolsterten Bügel *f* in horizontaler Richtung hin und her schiebt. Es dient der Bügel dazu, die Stirne des Patienten aufzunehmen und dessen Angesichtsfläche in einer bestimmten, veränderlichen Entfernung vom Convexglas zu erhalten.

Die Fixation des Kopfes wird dann noch vervollständigt durch einen Kinnhalter *g*, der, von den Röhren unabhängig, ebenso wie diese, an einer vertikalen, am Tisch angeschraubten Stange, *D* nnd *E*, auf und ab bewegt werden kann. Der Kinnhalter besteht aus einer kleinen gepolsterten Schale *g*, welche an zwei übereinander verschiebbaren Linealen *h h'* befestigt, die verschiedensten Stellungen zum Instrument einnehmen kann.

Dem Auge des Patienten eine bestimmte Richtung zu geben, lässt man dasselbe ein kleines, am Ende eines gegliederten Messingstäbchens *i*, von 10 Zoll Länge befindliches Knöpfchen *k* fixiren, welches am Ocularende des Rohres so angebracht ist, dass es in den verschiedensten Stellungen, die man ihm zum Auge des Patienten giebt, verharrt.

Ein kleiner halbovaler Schirm *l* hinter dem Spiegel angebracht, schützt das Auge des Beobachters, ein anderer etwas grösserer das des Patienten vor dem Licht der Lampe. Der grössere ist an den die Rohre mit der vertikalen Tragstange *D* verbindenden Ringen wie eine Thür um die Angel drehbar angebracht, damit er bei verschiedenen Stellungen der Lampe nicht hinderlich wird.

Behufs genauerer Messungen, Bestimmungen der Vergrösserung u. s. w. sind an dem Stirnhalter und an dem innern der beiden Rohre Millimetertheilungen befindlich, an denen man die Entfernung des beobachteten Auges von der Convexlinse, die der Linse vom Spiegel abliest. Die Entfernung des Knöpfchens vom Auge und von der Axe des Rohres ist leicht zu messen.

Mittelst einer Camera lucida kann das im Rohre entworfene Bild auf die Tischfläche projicirt werden.

Bei dem Gebrauch des Instrumentes wird es an eine Tischkante, der Kinnhalter gegenüber, angeschraubt, der Beobachter und Beobachtete setzen sich so, dass eine Tischecke zwischen ihnen ist; die Rohre müssen in gleicher Höhe mit dem Auge des Beobachters und Beobachteten stehen; die Lampe steht dem Ausschnitt des Rohres *B* gegenüber. Der Beobachtete wird durch Stirn- und Kinnhalter in eine möglichst feste Stellung vor dem Objectivende des Instrumentes gebracht; die Entfernung seines Auges von der Linse beträgt je nach der Brennweite derselben $1^3/_4$ — 2 Zoll. Nachdem man derselben die erforderliche Stellung, um die Reflexbilder zu vermeiden, gegeben, lässt man den Beobachteten das in eine beliebige Stellung gebrachte Knöpfchen fixiren und beginnt die Untersuchung, deren weiterer Verlauf keiner besondern Regeln bedarf.

Zu mikroskopischen Untersuchungen fixirt Liebreich den Kopf des zu Untersuchenden wie bei der Augenspiegeluntersuchung, zieht das Rohr des Instrumentes aus dem befestigenden Ringe und schiebt statt seiner den Tubulus eines Schick'schen Mikroskopes ein; der an dem Ringe angebrachte Stirnhalter und der Kinnhalter bestimmen dann die Entfernung des Auges von dem Objectiv des Mikroskopes, das in horizontaler Richtung vor- und rückwärts geschoben werden kann. Zur Beleuchtung mittelst schiefer Beleuchtung (siehe unten) dient ein Convexglas von $1^1/_2$ Zoll Brennweite, das ebenfalls an dem Ringe durch einen gegliederten Arm befestigt ist und in den verschiedenen erforderlichen Stellungen erhalten werden kann.

Besonders brauchbar zeigte sich diese Untersuchungsweise zur Bestimmung des Sitzes von Exsudaten und Gefässen in der Hornhaut, bei schwierigen Diagnosen tieferer Iriserkrankungen, bei Trübungen in der Linse, der hintern Kapsel und selbst des Glaskörpers.

Um Photographieen des Augengrundes zu erlangen, benutzt Liebreich einen Metallhohlspiegel von kurzer Brennweite, (auch Coccius' oder Zehender's Spiegel), der in seinem Centrum ein rundes Loch von etwa 5 Linien Durchmesser besitzt. Derselbe ist an dem Objectivende einer Camera obscura so befestigt, dass er von ihm entfernt und genähert und um eine vertikale Axe gedreht werden kann. Die Camera obscura ist übrigens fast so eingerichtet, wie die der Photographen. Lässt man nun von der Seite her entweder direktes oder von einer Linse gesammeltes Licht so auf den Spiegel fallen, dass es von ihm in die erweiterte Pupille eines nah davorgehaltenen Auges geworfen wird, so wird dadurch diejenige Stelle des Augengrundes mit erleuchtet werden, von der aus Lichtstrahlen auf die brechenden Medien fallen, durch sie gesammelt zu dem Loch des Spiegels und durch dieses hindurch zur Linse gelangen, um von dieser zu einem umgekehrten Bild des Augengrundes vereinigt zu werden. Dieses Bild kann man auf einer zerstreuenden Glasplatte auffangen, die an dem hintern Ende der Camera obscura befestigt ist. Hat man dann durch Vor- und Zurückschieben des Objectives die genaue Einstellung regulirt, so vertauscht man in der gewöhnlichen Weise die zerstreuende Glasplatte gegen eine photographisch-präparirte und fixirt das Bild.

Diese photographischen Bilder eignen sich vorzugsweise zu Demonstrationen des umgekehrten Bildes, zu genauen Messungen und Zeichnungen.

13) Der Augenspiegel von Jäger,

dargestellt in Fig. 20—25 in halber Grösse. — Um die Vortheile des Helmholtz'schen, Ruete'schen und anderer Augenspiegel in einem einzigen Apparate zu vereinigen, construirte Jäger ein ziemlich complicirtes Instrument, dessen Beschreibung wir hier anreihen, weil zur Untersuchung vorzugsweise der Hohlspiegel gebraucht wird.

Er besteht aus einer kurzen Röhre *a*, welche sich in dem am Griffe *b* befestigten Ring *c* um ihre Axe drehen lässt. Die Röhre selbst ist an ihrem vordern Ende unter einem Winkel von 60° abgeschnitten und besitzt daselbst zwei entgegengesetzte Ausschnitte *d* zur Aufnahme der Handhaben *e* des Spiegels. An der äussern Seite der Röhre sind diesen Ausschnitten entsprechend zwei Doppelfedern *f* der Art befestigt, dass der in den Ausschnitt eingefügte Spiegel durch sie festgehalten wird.

Die Röhre besitzt ferner im Innern eine Blendung *g* mit einer drei Decimeter grossen Oeffnung. In das hintere Ende der Röhre ist ein

Ring *h*, ebenfalls mit Blendung und einer entsprechenden Oeffnung der Art eingeschoben, dass er leicht entfernt werden kann und doch auch die einzulegenden Gläser zwischen beiden Blendungen hinlänglich festhält.

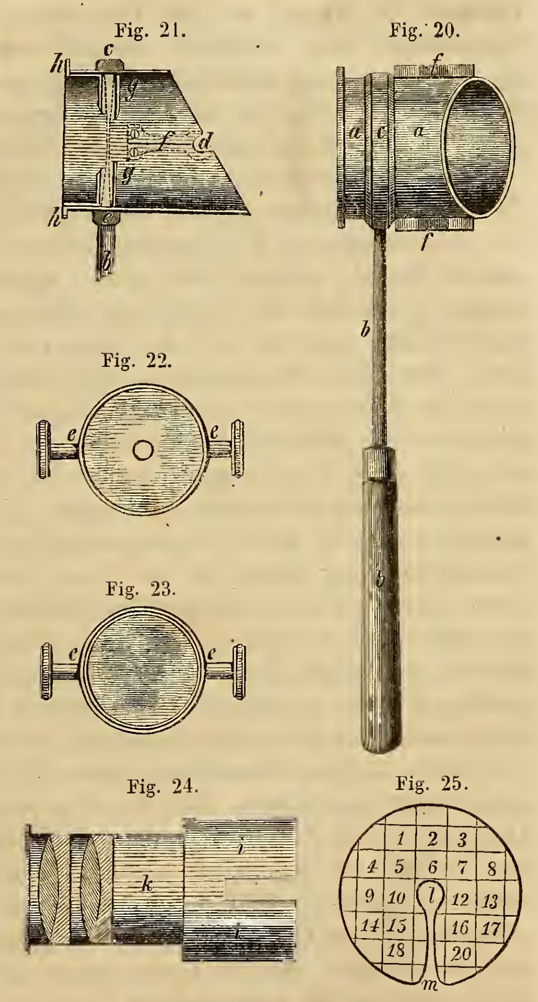


Fig. 22 zeigt einen Hohlspiegel von 7″ oder 4″ Brennweite, der in einen Ring mit zwei Handhaben *e* befestigt und an der Seite seines Beleges durch eine dünne Metallplatte geschützt ist. Letztere hat eine centrale Oeffnung von 2 Decimallinien und der Spiegel ist dieser entsprechend durchbohrt.

Fig. 23 zeigt einen Metallring ebenfalls mit zwei Handhaben, in welchem 3 oder auch mehre Plangläser eingelegt und durch einen zweiten zarten Ring fest geschraubt sind.

Fig. 24 ein Metallrohr, dessen breiterer Theil *i* über das vordere Ende des Rohres *a* geschoben werden kann; die an beiden Seiten angebrachten Ausschnitte dienen zur Aufnahme der Doppelfedern *f*. In den engern Theil *k* dieses Rohres werden je nach dem Bedürfniss entweder nur ein Biconvexglas oder zwei Planconvexlinsen oder auch das Objectiv einer Brücke'schen Loupe eingelegt.

Fig. 25 eine schwarze Papierscheibe von 6—12″ Durchmesser, in der Mitte ausgeschnitten und auf einen Metallring befestigt, mittelst dessen sie auf den Ring *c* befestigt werden kann, wobei der Ausschnitt in der Papierscheibe den Griff aufnimmt. Die Linien in einem Abstand von je einem wiener Zoll, sind wie die Zahlen in weisser Farbe aufgetragen.

Diesem Instrument liegen gewöhnlich 8 Concavgläser Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 und 4 Convexgläser Nr. 2, 6, 8, 12, bei, welche in das hintere Ende des Rohres *a* passen.

Durch Einsetzen des Ringes Fig. 23 mit den Plangläsern in das vordere Ende des Instrumentes erhält man den Helmholtz'schen, durch Einfügen des Ringes mit dem Concavspiegel und ein noch vor das zu beobachtende Auge gehaltenes starkes Convexglas (Nr. 2, 3) erhält man den Ruete'schen Augenspiegel, während man, wenn man das Objectiv Fig. 24 vorn aufsteckt und ein beliebig starkes Convex- oder Concavglas rückwärts einlegt, das Instrument als Loupe benutzen kann.

Um das Instrument zu gebrauchen, setze man sich in einem dunkeln Zimmer dem Kranken so nahe als möglich gegenüber, so dass das Auge des Beobachters und des Patienten, dessen Pupille man mit Atropin erweitert hat, in gleicher Höhe sind. Ebenso wird eine hellbrennende Lampe 4 — 6 Zoll vom Kopfe des Patienten soweit nach rückwärts auf ein Tischchen gestellt, dass das Auge des Patienten gerade beschattet wird. Nun fügt der Beobachter den Spiegel in das Instrument ein, dreht das Rohr derart, dass die Handhaben des Spiegels nach auf- und abwärts in der Richtung des Griffes zu stehen kommen, und der schiefe Abschnitt nach dem Lichte zugekehrt ist, und bringt das aufrecht gehaltene Instrument so nahe als möglich an sein Auge in eine solche Stellung, dass er durch die kleine Oeffnung im Spiegelbelege, in der Axenrichtung des Rohres *a*, das Auge des Kranken erblickt; mit der andern Hand erfasst er sodann eine Handhabe des eingefügten Spiegels und giebt ihm eine solche Richtung, dass das Auge gleichmässig beleuchtet werde und die Pupille desselben genau in der Mitte der erleuchteten Stelle erscheine. Der glänzende Lichtreflex der Cornea wird durch leichte, seitliche Bewegungen des Instrumentes beseitigt.

Durch Einlegen eines Concavglases Nr. 10 erhält man ein aufrechtes, etwa 24mal vergrössertes Bild der Netzhaut. Durch Anwendung des Hohlspiegels mit 4 Zoll Brennweite und Vorhalten einer starken Convexlinse Nr. 2, 3, 4, unmittelbar vor das beobachtete Auge, erhält man ein scharfes, verkehrtes Bild der Netzhaut von zwei- bis vierfacher Vergrösserung. Zur Untersuchung der brechenden Medien genügt gewöhnlich das Planglas oder der Convexspiegel von 7 Zoll Brennweite allein; durch Einlegen von Convexgläsern N. 12, 8, 6, rückwärts in das Instrument erhält man eine beliebige Vergrösserung.

Um das Instrument nach Art des Helmholtz'schen zu gebrauchen, legt man den Ring mit den Plangläsern und den entsprechenden Concavgläsern ein, stellt das Licht näher an sich heran und beschattet das zu untersuchende Auge mittelst eines Schirmes so, dass die Schattengränze unmittelbar vor demselben vorüberstreicht. Will man zum Schutz des eignen Auges gegen das Lampenlicht und zur sichereren Fixirung des kranken Auges die in Fig. 25. dargestellte Scheibe anwenden, so schiebe man sie über den Ring *c* und lasse den Kranken der Reihe nach die einzelnen Zahlen oder Linien fixiren.

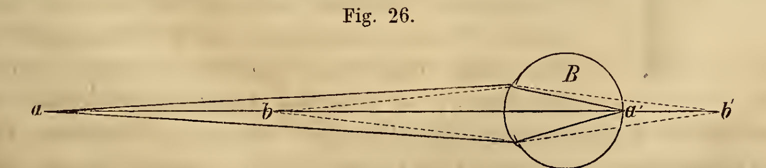
III. Heterocentrische Augenspiegel.

a. Planspiegel in Verbindung mit einer Convexlinse.

Nach einem dritten Princip, den Grund des menschlichen Auges leuchten zu sehen, ist der Augenspiegel von Coccius construirt, welcher sich als Beleuchtungsapparates eines kleinen durchbohrten Planspiegels und einer Convexlinse bedient.

Beruhte dieser Spiegel gleichfalls auf dem Brücke'schen Princip, entspräche also das Spiegelbild der Flamme ganz einem neben dem Auge des Beobachters befindlichen Licht, so müsste, nach Helmholtz' Einwurf, wenn sich das zu untersuchende Auge für dieses Bild accomodirt, dessen Netzhaut dunkel erscheinen, und es wäre unmöglich, mittelst des Spiegels die Beschaffenheit, z. B. des gelben Fleckes bei Accomodation des Auges für das leuchtende Objekt zu erkennen. Dennoch kann man dies mit dem Spiegel von Coccius sehr gut aus folgenden Gründen: Es lässt sich nämlich das Spiegelbild der Flamme nicht mit einer wirklichen Flamme identificiren, welche sich an der Stelle der spiegelnden Fläche befindet, da dasselbe nicht in der Ebene des Spiegels, sondern ebensoviel hinter derselben, als die Lichtquelle vor ihr liegt. Die von der Retina gespiegelten Strahlen gehen daher bei Accomodation des Auges für das Spiegelbild nach diesem zurück, convergiren also erst hinter dem Spiegel. Ein Theil des Kegels dieser Strahlen geht durch die Oeffnung des Spiegels, gelangt also in das Auge des Beobachters, der das Flammenbild der Retina nun wahrnimmt, weil er sich in der Richtungslinie der einfallenden Strahlen befindet. Accomodirt sich dagegen das zu beobachtende Auge für das Loch im Spiegel, so erscheint es dem Beobachter dunkel, weil jetzt auf die Stelle des direkten Sehens das Bild des Loches selbst fällt, die vom Spiegelbild der Flamme kommenden Strahlen aber, weil das Loch dem Auge näher liegt als dieses, vor der Retina sich vereinigen und einen Zerstreuungskreis auf ihr bilden, in welchen das Bild des dunkeln Loches fällt. Das Princip nun, nach welchem wir das beobachtete Auge leuchten sehen, wenn es sich für das Spiegelbild der Flamme, dunkel aber, wenn es sich für das Loch im Spiegel accomodirt, ist das des S c h e i n e r'schen V e r s u c h s.

Fig. 26.



Ist nämlich in Fig. 26 das zu beobachtende Auge B für das Spiegelbild der Flamme a accommodirt, so entsteht in a' ein deutliches Bild

von a auf der Netzhaut des Auges B, während die von dem Loche b kommenden Strahlen, weil das Loch b für die Fernaccommodation zu nahe ist, sich erst hinter der Netzhaut in b' vereinigen und so auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis vom Loche b bilden, in welchem das

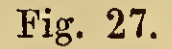
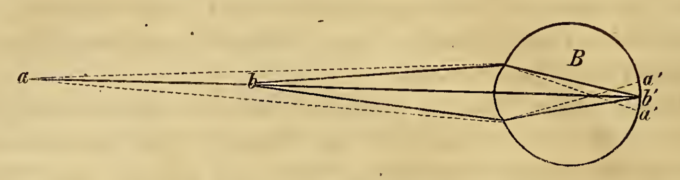


Fig. 27.



Flammenbild von a nun leuchtend erscheint. Ist dagegen in Fig. 27 das Auge B für das Loch b accommodirt, so bildet sich dessen Bild in b', während die Strahlen des Flammenbildes sich schon vor der Netzhaut von B vereinigen und auf ihr den Zerstreuungskreis a' a' bilden.

14) Der Augenspiegel von Coccius,

dargestellt in Fig. 28 in halber Grösse. — Derselbe besteht aus einem kleinen viereckigen Planspiegel a von 14 Par. Linien Durchmesser, der im Centrum durchbohrt ist. Diese Oeffnung hat 2 Par. Linien im Durchmesser und ihr vorderer dem beobachteten Auge zugekehrter Rand ist etwas abgeschliffen. Der Spiegel ist in eine dünne Messingplatte gefasst, welche an ihrem untern Ende in einen dünnen Fortsatz übergeht, der mittelst der Schraube c an die Stange b befestigt wird. Die Stange ist $1^1/_2$ Par. Linien stark und mit den kurzen Branchen, welche den Spiegel halten, 21 Par. Linien lang. Mit ihrem untern Ende ruht sie auf dem Querbalken d und wird hier durch den Handgriff e mittelst einer Schraube an seinem obern Ende fest angedrückt. Der Querbalken ist 18 Par. Lin. lang und zur Hälfte geschlitzt, damit der Spiegel nach Lüftung der Schraube des Handgriffes einer Convexlinse genähert und von ihr entfernt werden kann. Diese Convexlinse von 5″ Brennweite ruht in einem federnden, geschlitzten Ring f auf der Stange g, so dass das Centrum der Linse, dem Centrum der Spiegelöffnung gegenüber ist. Sämmtliche metallene Theile des Instrumentes sind durch L a p i s i n f e r n a l i s schwarz gefärbt. Auseinander genommen kann das Instrument in ein kleines Etui gelegt werden. In neuerer Zeit sind die Spiegel von Coccius noch mit der in

Fig. 28.

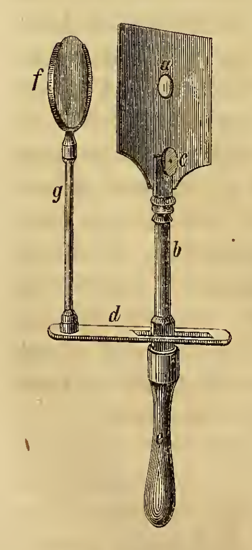
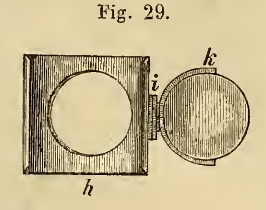


Fig. 29 abgebildeten Vorrichtung versehen. Dieselbe besteht aus einer dünnen geschwärzten Messingplatte *h*, welche mit einem 4‴ im Durchmesser grossen Loche versehen ist und mittelst ihrer umgeschlagenen Ränder über den Spiegel *a* geschoben wird; ausserdem trägt sie an dem doppelten Charniergelenk *i* den federnden Ring *k* zur Aufnahme beliebiger Linsen. Schiebt man dieselbe über die Spiegelfläche von *a*, so wird einestheils die Beleuchtung abgeschwächt, anderntheils kann man durch Einlegen der Convexlinse von 5″ Brennweite in den Ring *k* die Beleuchtungslinse gleich mit dem Spiegel selbst verbinden, wodurch der Arm *d* und die Linse *f* entbehrlich wird; oder man kann auch den Ring *k* hinter den Spiegel anlegen und ihn so zur Einsetzung eines beliebigen Ocularglases benutzen. Mit grossem Vortheil bedient sich Coccius jetzt kleiner planer Metallspiegel, an denen die Beleuchtungslinse durch Kugelgelenke befestigt ist.

Fig. 29.



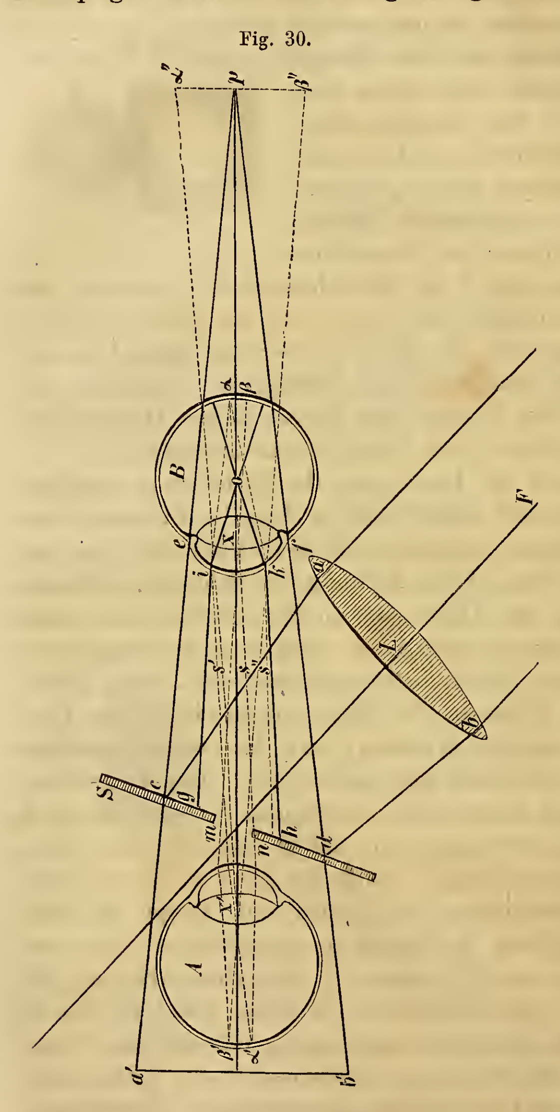
Beim G e b r a u c h wird die Linse nach der Lichtflamme gerichtet, welche mindestens einige Zoll weiter, als die doppelte Brennweite der Linse beträgt, von ihr entfernt sein muss und in gleicher Höhe mit dem zu untersuchenden Auge steht. Unter Lüftung der Schraube stellt man den Spiegel etwas schräg zur Linse und zu dem beobachteten Auge ein; ist er richtig eingestellt, so sieht man, wenn man das vergrösserte Flammenbild auf die Wange des zu Untersuchenden wirft, einen lichten Kreis mit einem dunkeln Fleck in der Mitte, entsprechend dem Loch im Spiegel. Indem man nun den Kranken, nach der entgegengesetzten Seite als die ist, deren Auge man untersuchen will, einen Gegenstand im Rücken des Beobachters fixiren lässt, richtet man den dunkeln Fleck auf die Mitte der Pupille und schaut nun, indem man sein Auge möglichst nahe hinter den Spiegel bringt, durch das Loch in das zu beobachtende Auge. Eine Erweiterung der Pupille mit Atropin ist nicht nothwendig. Zur Untersuchung des Auges im umgekehrten Bilde wendet man eine Convexlinse von $2^1/_2$ seltner 2 Zoll Brennweite an, die man entweder mit Zeige- und Mittelfinger der freien Hand vor das zu untersuchende Auge bringt, oder von dem Kranken mittelst eines 6 Zoll langen oben mit einem federnden Ring versehenen Stabes halten lässt; ebenso bedient man sich zur Untersuchung Kurzsichtiger, Concavgläser Nr. 12, 8, 6, 4, 3, 2.

Zum Verständniss des Vorganges bei diesem und den übrigen Planspiegeln diene Folgendes:

A. U n t e r s u c h u n g im v i r t u e l l e n a u f r e c h t e n B i l d: Es sei in Fig. 30 wieder *A* das beobachtende, *B* das beobachtete Auge, *F* die Flamme, *L* die Linse und *S* der Spiegel, so gelangt von der Flamme *F* ein Kegel divergenter Lichtstrahlen *a b* zur Linse *L* und wird von

dieser in einen Kegel convergenter Lichtstrahlen verwandelt, der in *c d* den Spiegel *S* trifft und dadurch gezwungen wird, wiewohl in unveränderter Richtung der einzelnen Strahlen zu einander, in anderer Richtung, nämlich nach *p* fortzugehen, als käme er von den hinter dem Spiegel befindlichen Flammenbild *a' b'*. Wird ihm nun das zu beobachtende Auge *B* noch vor der Vereinigungsweite der Strahlen entgegengestellt, so trifft er, abgesehen von allen Verlusten, das Auge *B* mit dem Durchschnitt *e f*. Es wirkt also in dieser Beziehung die Combination eines Planspiegels mit einer Convexlinse gleich einem in *a' b'* aufgestellten Hohlspiegel, gewährt aber den Vortheil, dass man durch Einsetzen einer Linse von anderer Brennweite, z. B. 4″ die Oeffnung und Brennweite des Apparates beliebig ändern kann. — Von dem das Auge *B* treffenden Lichtkegel gelangen nur die Strahlen, die zwischen *g i* und *h k* verlaufen, in das Auge *B*, von dessen dioptrischen Apparat sie schon vor der Netzhaut, z. B. in *o* vereinigt werden und nun auf derselben einen Zerstreuungskreis bilden. Sind *α β* zwei leuchtende Punkte desselben, so werden die von ihnen reflectirten Strahlen in der Richtung der Richtungslinie *a* x nach ihrem Austritt aus dem Auge fortgehen. Ist nun das Auge *B* für eine unendliche Ferne accommodirt, so werden alle Strahlen von *α* ausserhalb des Auges parallel zum Axenstrahl (*s' s s"*) fortgehen; die durch das Loch *m n* des Spiegels gehenden Strahlen werden sich im Auge *A*

Fig. 30.



des Beobachters in dem Punkt α' vereinigen, ebenso die von β ausgehenden in β'; es entsteht demnach auf der Netzhaut von A in α' β' ein Bild von α β aufrecht und vergrössert, indem die Erregung der Netzhaut A so empfunden wird, als käme das Licht durch den Kreuzungspunkt der Richtungslinien x', also von α'' β'' hinter dem Auge B.

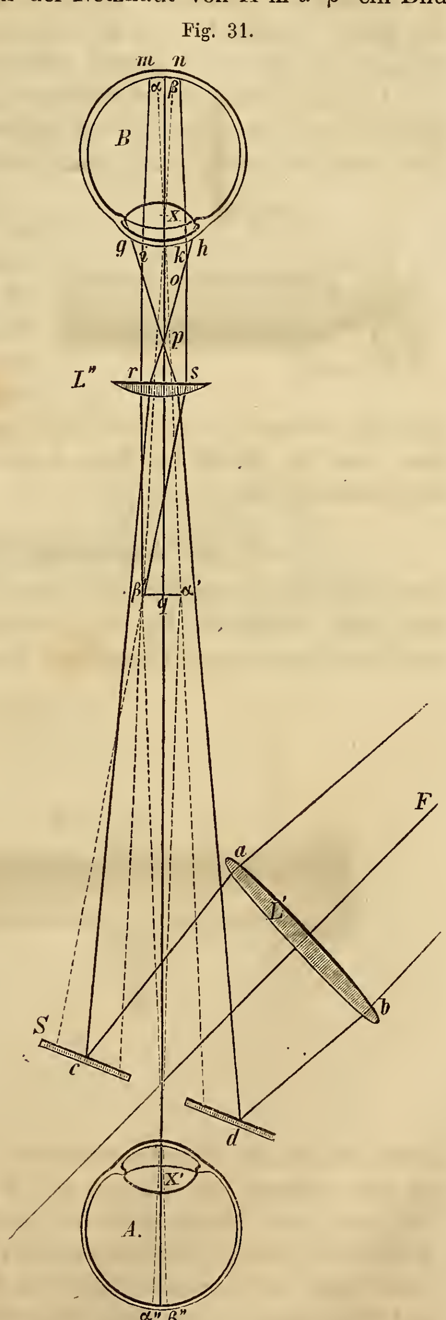


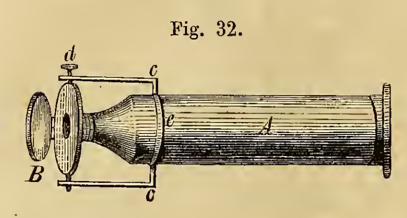
Fig. 31.

B. Untersuchung im reellen, umgekehrten Bild: Trifft in Fig. 31 das von F ausgehende Licht die Linse L' in a b, so trifft dieses Licht den Spiegel S zwischen c d, und würde sich, von diesem reflectirt, in o vereinigen, wenn es nicht durch die Convexlinse L'' schon in p zur Vereinigung gebracht würde; nun wieder divergent fortgehend, beleuchtet es das zu beobachtende Auge B in der Scheibe g h. Die in dasselbe eindringenden Strahlen i k werden durch den dioptrischen Apparat von B nur wenig convergent gemacht und beleuchten die Netzhaut von B in dem Areal m n. Sind α β wieder zwei leuchtende Punkte desselben, so werden die von ihnen reflectirten Strahlen nach ihrem Austritt aus dem Auge B durch die Linse L'' wieder vereinigt und zwar, wenn die durch i k austretenden Strahlen i r und k s parallel sind in dem Brennpunkt q der Linse L'', wenn sie convergent sind zwischen diesem und der Linse. Es werden also die von α ausgehenden Strahlen in α', die von β ausgehenden in β' vereinigt und es entsteht in β' α' ein reelles, umgekehrtes Bild von

α-β. Betrachtet nun das Auge *A* dieses Bild α' β', so werden die von β' ausgehenden Strahlen, welche durch das Spiegelloch gelangen in β'', die von α' ausgehenden in α'' vereinigt werden, weil β' α' und β'' und ebenso α x' und α' in gerader Linie liegen.

Der Einfachheit seines Principes und der nichtsdestoweniger grössten Mannichfaltigkeit seiner Anwendbarkeit nach wird dieser Spiegel jeder Zeit einen der ersten Plätze unter allen Augenspiegeln einnehmen.

Fig. 32.

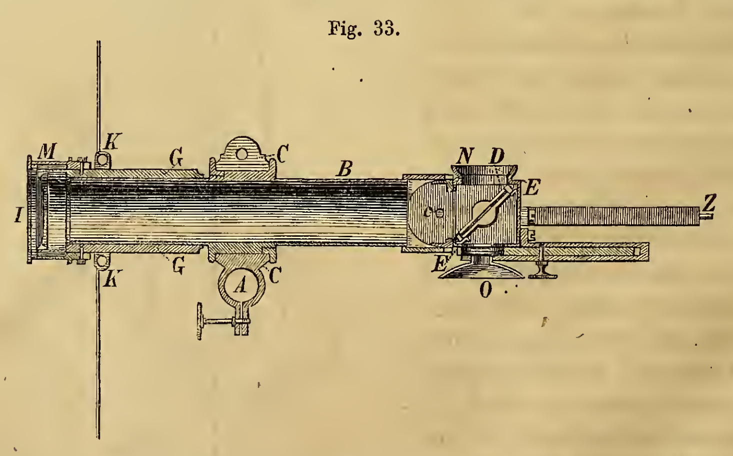


Schliesslich geben wir in Fig. 32 in halber Grösse die Abbildung eines von Coccius construirten Mikroskopspiegels. Derselbe besteht aus einem kleinen Mikroskop *A* und dem mit der Linse versehenen Spiegel *B*, welcher von den zwei Armen *c c* mittelst der Schraube *d* in jeder beliebigen Stellung festgehalten wird, nachdem man ihn durch den Ring *e* an dem Objectivende des Mikroskopes aufgeschoben hat.

15) Der Augenspiegel von Epkens-Donders,

dargestellt im Querschnitt und halber Grösse in Fig. 33, in Seitenansicht und halber Grösse in Fig. 34, der Spiegel allein in Fig 35. — Der in der Mitte durchbohrte Planspiegel ist in einem würfelförmigen Kasten *E*

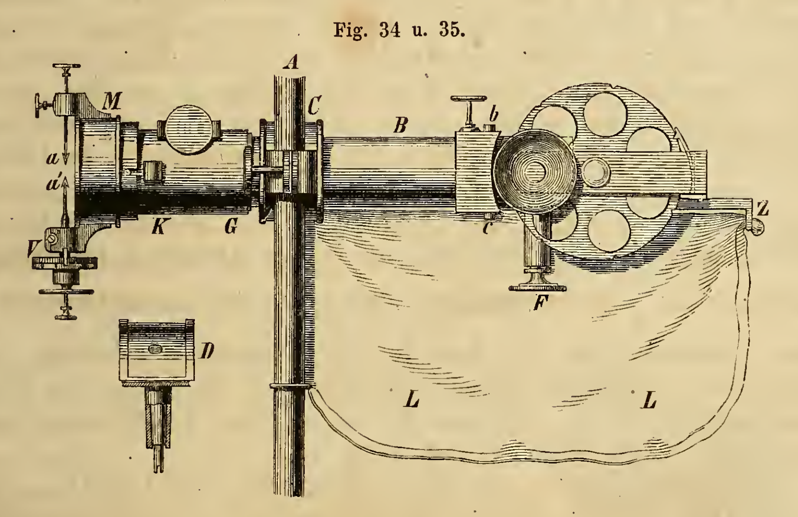
Fig. 33.



durch den Knopf *F* drehbar befestigt. Das zu beobachtende Auge wird an die Oeffnung des Kastens bei *N* angelegt, das des Beobachters bei *O*, wo zugleich eine Scheibe mit verschiedenen Linsen, wie an dem durch Rekoss modificirten Helmholtz'schen Instrument angebracht ist. Donders wählt dazu drei positive Linsen mit 20, 3 und 4 Centimeter Brennweite und drei negative mit einer Brennweite von 16, 10 und 6 Centimeter. Mit dem kubischen Kasten hatte Epkens eine cylinderförmige Röhre *B*

verbunden, an deren Ende, wo jetzt das Mikrometer M sich befindet, eine Lampe angebracht war. An das Ende der Röhre kann, wenn es nöthig erscheint, eine positive Linse I angesetzt werden, deren Brennpunkt wenig von der Flamme entfernt ist, so dass Jemandem, der in den Spiegel hineinsieht, die ganze Glaslinse leuchtend erscheint, wodurch ein grösserer Theil der Netzhaut erleuchtet wird. Der ganze Apparat ist an dem Stabe A befestigt, welcher mittelst einer Schraube an die Tischplatte festgeschraubt wird, und kann an diesem auf und ab bewegt werden. Bei K ist ein kreisförmiger Schirm, mit schwarzem Zeug bezogen, befestigt, um das überflüssige Lampenlicht abzuhalten; am untern Theil des Instrumentes, an der Stange Z befindet sich ein Stück Wachstaffet L L aufgehängt, um das Gesicht des Beobachters von dem des Beobachteten zu trennen.

Fig. 34 u. 35.



Um dem Instrument eine noch grössere Beweglichkeit zu geben, wurde die Röhre B von Donders und van Trigt in einem Ringe C C drehbar gemacht; ebenso der kubische Kasten E E um die Axe, welche durch die Schrauben b c bestimmt wird. Die Lampe wurde vom Instrument getrennt; für die Beobachtung von Augen, deren Pupille durch Belladonna stark erweitert ist, hat Donders später für das Ende der Röhre B eine kugelförmige Erweiterung mit einer Sammellinse von grösserer Apertur, als I hat, hinzugefügt, um ein grösseres Feld im beobachteten Auge zu erleuchten.

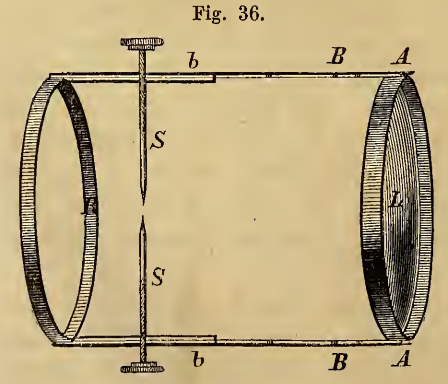
Die Nachtheile dieses Instrumentes sind, dass es durch die Vielheit und Mannichfaltigkeit seiner Bestandtheile, durch die darin bedingte Kostspieligkeit, durch die für die Kranken einigermassen schreckhafte Gestalt und Grösse und durch die Schwierigkeit seines Transports für den Handgebrauch des praktischen Arztes nicht verwendbar ist, während es

sich zu physiologischen Untersuchungen vortrefflich eignet, welcher Vorzug durch die Möglichkeit, Messungen anzustellen, noch bedeutend erhöht wird.

Zu diesem Zweck wurde das Instrument mit einem Mikrometer *M* versehen, der am äussersten Ende des Cylinders *G* angesetzt werden kann und kaum einer Erklärung bedarf. Die Punkte *a a'* des Mikrometers, zwischen der Lichtflamme und dem zu untersuchenden Auge befindlich, werden bei richtiger Accommodation auf der Netzhaut des beobachteten Auges scharf wahrgenommen; die Veränderung des Abstandes von derselben ist durch Verschieben des Cylinders *G* über den Cylinder *B* möglich. Auf dem Cylinder *B* befindet sich unter dem Cylinder *G* eine Scala, auf welcher der Abstand des Mikrometers von dem Kreuzungspunkte der Richtungslinien im untersuchten Auge abgelesen wird. Die beiden Puukte *a a'* können durch die Mikrometerschraube *V* einander genähert und wieder von einander entfernt werden. Den gegenseitigen Abstand beider liest man auf der daran befindlichen Scala unmittelbar ab. Ferner kann der Cylinder *M* auf dem Cylinder *G* um seine eigene Axe gedreht werden, so dass man die beiden Punkte auf jeden beliebigen Theil des Gesichtsfeldes bringen kann. Ist *n* der Abstand der beiden Punkte *a a'* von einander, x ihre Entfernung von dem vordern Knotenpunkt des beobachteten Auges und 15 Millimeter der Abstand des hintern Knotenpunktes von der Netzhaut, so ist der Abstand *y* im Retinalbildchen $y = \frac{n}{x} \times 15$ Millimeter. Wenn man nun an der Oeffnung *O* einen Zeichnenapparat, wie man ihn bei Mikroskopen gebraucht, anbringt, und sowohl den Abstand der Spitzen als die Gefässe der Netzhaut nachzeichnet, so kann man die wahre Grösse der Netzhautgefässe und andrer Netzhauttheilchen bestimmen.

Wir fügen hieran die Beschreibung des Mikrometer von Schneller, Fig. 36, der bei allen Augenspiegeln anwendbar ist; zur Messung dient das umgekehrte Bild des Augenhintergrundes. — Die den Ort des umgekehrten Bildes vom Augengrund bestimmende Linse *L* (die Bilder liegen bei einer Accommodation von 5'—12" nur 4''' von einander), wird von einem sie eng umschliessenden messingenen Reifen *A A* umfasst. Wo ein Durchmesser den Ring in 2 Punkten trifft, sind an demselben zwei auf der Ebene des Ringes senkrechte, dünne Arme *B B* befestigt, welche gegen ihr andres Ende hin verdickt sind *b b*. Durch diese verdickten Arme gehen Schraubencanäle, in wel-

Fig. 36.



chen sich Schrauben S S bewegen, die an ihren einander zugekehrten Enden zugespitzt sind und genau demjenigen Durchmesser des die Linse umfassenden Ringes parallel sind, an dessen beiden Enden die Arme B B aufsitzen. Die von einander abgekehrten Enden der Schrauben sind mit breiten Scheibenköpfen versehen, an denen sie bewegt werden können. Die Länge der Arme beträgt $1^3/_4''$; das erste Löcherpaar hat einen Abstand von $1^1/_2''$ von der Linsenebene. Um den Armen die nöthige Sicherheit zu geben, geht um deren Enden ein dem die Linse umfassenden an Grösse und Lage gleicher Ring R. Die Schrauben sind von Stahl, das übrige des Apparats von Messing. — Die Spitzen der genannten Schrauben dienen zum Messen des Bildes, (an ihrer Stelle könnte allenfalls eine abgetheilte parallel geschliffene Glasplatte dienen); ihre Entfernung von einander, welche mit Hülfe von Drehungen des Schraubenkopfes gegen das Bild sehr genau festzustellen ist, wird gegen ein feingetheiltes Maass bestimmt; die Genauigkeit der Messungen wird erhöht, wenn sowohl die Messungen als die nachherigen Bestimmungen des Abstandes der Spitzen von einander mit Hülfe einer Loupe vorgenommen werden. Zur bessern Fixation kann man den Apparat auch auf einem stellbaren Stativ befestigen.

Aus der gefundenen Bildgrösse kann man durch Rechnung auch die wirkliche Grösse des gemessenen Gegenstandes bestimmen.

16) Der Augenspiegel von Sämann,

dargestellt in Fig. 37 in halber Grösse. — An einem kleinen Cylinder *a*, der, wie der des Helmholtz'schen Instrumentes beschaffen, die Convexlinse enthält, ist ein an zwei seiner gegenüberstehenden Seitenflächen mit runden Oeffnungen versehener, hohler Cubus *b* um seine Axe drehbar befestigt, welcher in seinem Innern den um die senkrechte Axe *d* beweglichen Reflector verbirgt. Derselbe besteht aus einer foliirten, in der Mitte in Form einer kleinen Ellipse der Folie beraubten Spiegelplatte. Vor der einen Oeffnung des Cubus ist eine oben offene Hülse *c* angebracht, in welche der Beobachter die zur Untersuchung nöthigen Linsen von oben einlegen und leicht wieder entfernen kann.

Fig. 37.



Die von Burow angegebenen, die Linsen tragenden, drehbaren, sogenannten Rekoss'schen Scheiben hält Sämann zwar in Betreff ihrer Handhabung für sehr praktisch, allein da eine Combination zweier Concavlinsen, wegen der zwischen beiden befind-

lichen Luftschicht kein ganz genaues Bild liefert, und durch die Einsetzung aller zwölf Concavlinsen in eine Scheibe, letztere zu gross werden würde, zumal da ihnen noch mehrere Convexgläser hinzugefügt werden müssten, so hat Burow alle Linsen in einen geraden Schieber einsägen lassen, welcher, wenn man dessen Anwendung für bequemer findet, durch die oben angegebene Hülse *c* von oben nach unten fortbewegt werden kann.

17) Der Augenspiegel von Meyerstein.

Nicht zufrieden mit den Leistungen seines zuerst erfundenen Instrumentes, das wir weiter unten (Fig. 44) kennen lernen werden, construirte Meyerstein noch einen zweiten Augenspiegel, der in Fig. 38 in natürlicher, und Fig. 39 in halber Grösse dargestellt ist. — Derselbe besteht aus der Kapsel *A*, welche dazu dient, das beobachtete Auge vom Tageslicht abzuschliessen, um so den Spiegel auch am Tage gebrauchen zu können. Unmittelbar über der Kapsel befindet sich ein durchbohrter Planspiegel, dessen reflectirende Fläche unter einem Winkel von 45° gegen die Axe des ganzen Instrumentes geneigt ist; der Spiegel ist in einen viereckigen Kasten *B* eingeschlossen, an dessen einer der spiegelnden Fläche gegenüberliegenden Seitenfläche eine Collectivlinse *D* eingesetzt ist. Der Kapsel *A* gegenüber, in derselben Axe, ist eine zweite Kapsel *C* eingeschraubt, welche den Beobachter gegen „falsches Licht" und das Licht der Lampe schützt.

Fig. 38.

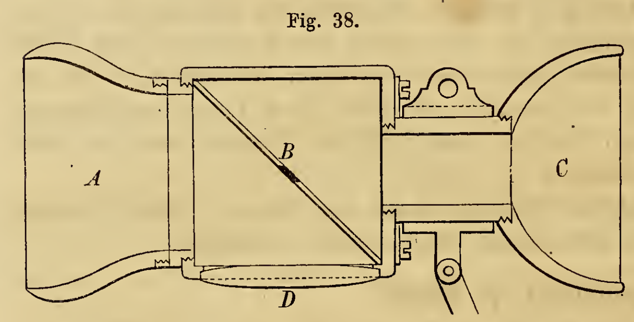
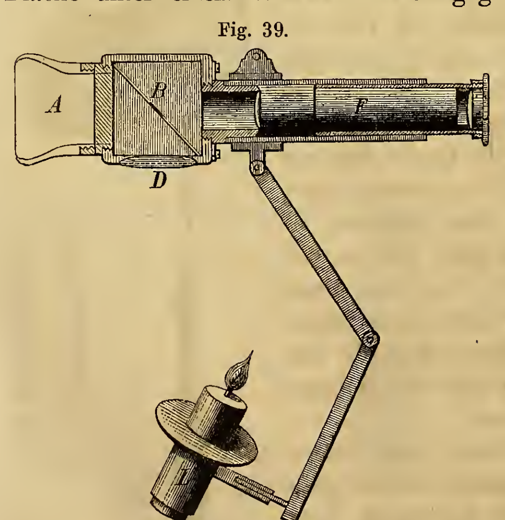


Fig. 39.



Zu genauerer Untersuchung der Netzhaut wird die Kapsel *C* abgeschraubt und statt derselben das kleine Fernrohr *F* s. Fig. 39 eingeschraubt. Für ein normales Auge vereinigen sich parallel einfallende Strahlen in einem Punkt

auf der Retina. Wird nun Licht in ein zu beobachtendes Auge geschickt, so werden die Strahlen bei ihrem Austritt ebenfalls parallel sein, und man würde das Fernrohr so zu stellen haben, als wenn man Gegenstände beobachtete, welche unendlich weit entfernt sind; für Kurz- oder Weitsichtige hat man nur das Ocular mehr oder weniger ein- oder auszuschieben. Zur Betrachtung der Cornea, Iris und Linse zieht man nur die Ocularröhre weiter heraus, und bedient sich des Fernrohrs dann als Loupe. In welcher Weise die Lichtquelle mit dem Instrument verbunden werden kann, ergiebt sich leicht aus den Figuren 38 u. 39.

Was die Vortheile und Mängel dieses Instruments betrifft, so gilt von ihm dasselbe, was schon bei dem Ulrich'schen angegeben, nur kommt zu letzterem noch die schwere Handhabung, die bedeutende Entfernung des beobachtenden Auges vom Spiegel, wodurch das Gesichtsfeld bedeutend beschränkt wird und die höchst ungenügende Beleuchtung.

b. Convexspiegel in Verbindung mit einer Convexlinse.

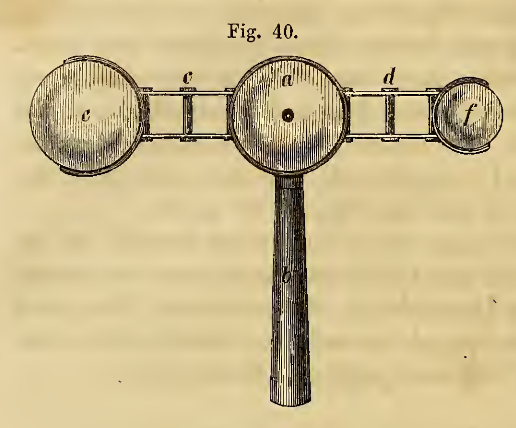
18) Der Augenspiegel von Zehender,

dargestellt in Fig. 40 in halber Grösse. — Betrachten wir Fig. 30, so könnte man offenbar alles Licht, welches zwischen c e und d f liegt, durch die Pupille in das Auge B leiten, wenn man den Apparat so einrichtete, oder so weit von B entfernte, dass sämmtliche Strahlen in einem Querschnitt des Kegels von dem Durchmesser i k enthalten wären; es würde aber dann einerseits der Zerstreuungskreis auf der Netzhaut B zu gross werden, wodurch das Bild undeutlich würde, anderntheils müsste sich der Beobachter zu weit von B entfernen. Wollte man den Lichtkegel c d e f dadurch auf i k reduciren, dass man die Linse weiter vom Spiegel abrückte, so würde man an Lichtmenge nicht viel gewinnen, weil dann auch die Lampe weiter entfernt werden müsste. In dieser Beziehung war die Wahl des Mittels, welches Zehender traf, eine eben so glückliche als scharfsinnige: er nahm eine stärkere Linse von 3″ Brennweite, welche $^3/_4$ — $^1/_2$″ vom Spiegelcentrum entfernt, unter beliebiger Neigung aufgestellt werden kann, und verwandelte den ebenen Glasspiegel in einen schwach convexen Metallspiegel und bewirkt hierdurch, indem er die stark convergent auf den Spiegel fallenden Strahlen zwingt, etwas weniger convergent fortzugehen, dass eine gleiche Quantität Licht durch die enge Oeffnung i k eintreten kann und trotzdem erst nahe an der Netzhaut von B vereinigt wird. Er drängt dieselbe Lichtmenge in einen engen Durchschnitt für i k zusammen, macht den Kegel bei gleicher Basis dünn und doch weder lichtärmer noch kürzer.

Der Zehender'sche Spiegel ist demnach als eine Modification des Coccius'schen zu betrachten, mit dem er auch dem Aeussern nach die grösste Aehnlichkeit hat. Derselbe besteht Fig. 40 aus einem kleinen

Convexspiegel *a*, der von einer kurzen Handhabe *b* getragen wird und zwei seitliche, bewegliche Arme, *c* und *d*, hat, von denen der eine die convexe Beleuchtungslinse *e* trägt, während der andere bestimmt ist, die nöthigen Linsen *f* aufzunehmen. Die Handhabe ist durch ein kurzes Gewinde so angebracht, dass man sie an zwei entgegengesetzten Punkten des Spiegelrandes einschrauben kann, so dass die Beleuchtungslinse beliebig auf die rechte oder linke Seite gebracht werden kann. Da die Handhabe als Hebelarm zu betrachten und desshalb die nothwendigen, oft sehr geringen Wendungen der Spiegelfläche leicht zu gross ausfallen, so hat Arlt die Handhabe ganz weggelassen und hält den Spiegel an einen etwas grössern Vorsprung des die Beleuchtungslinse tragenden Gewindes (*c*), wodurch zugleich das Etui kleiner und bequemer ausfällt. Das ganze Instrument mit den zugehörigen 6 Linsen befindet sich in einem Kästchen.

Fig. 40.

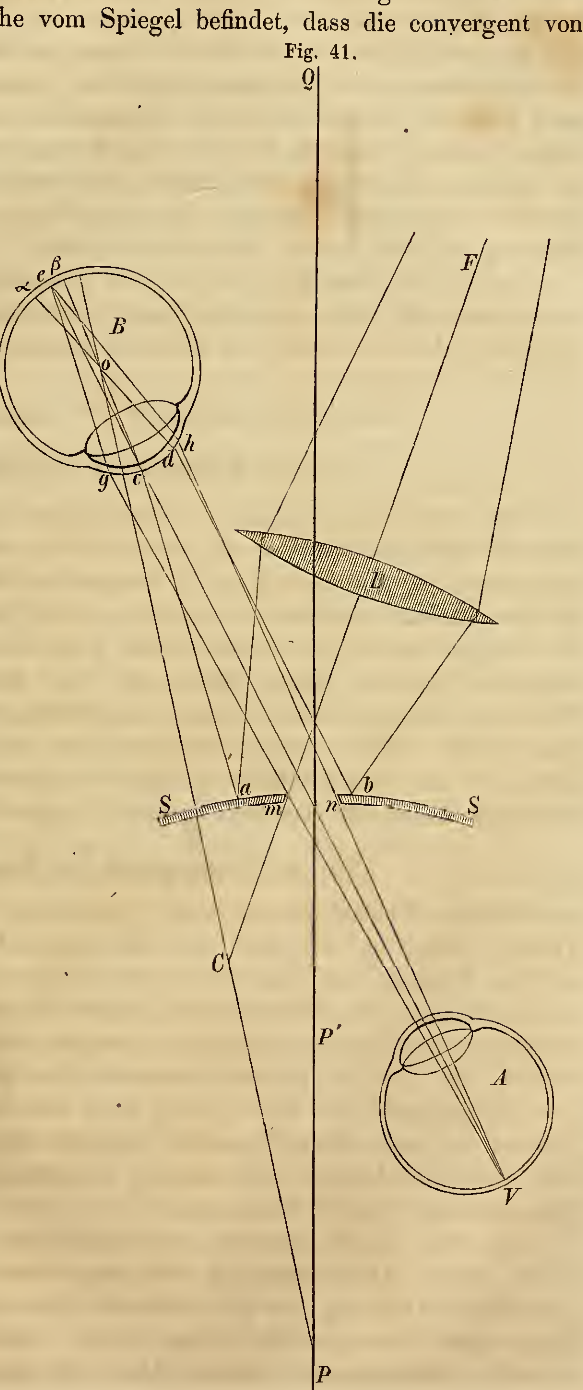


Der Spiegel besteht aus einer runden, spiegelglattgeschliffenen Metallplatte, für deren Krümmung ein Krümmungshalbmesser von 6″ gewählt wurde. Dieselbe ist in der Mitte mit zugeschärftem Rand trichterförmig durchbohrt, so dass der Durchmesser des Loches auf der Spiegelfläche $1^1/_2$‴ beträgt. Die Brennweite der Beleuchtungslinse ist bei einer Oeffnung von 1, $1^1/_2$, selbst 2″ gleich 3 Zoll. Sind zur Beobachtung noch Concav- oder Convexgläser nöthig, so können dieselben mittelst des zweiten doppelgelenkigen Arms mit gabelförmigen Enden so nahe hinter die Oeffnung des Spiegels gebracht werden, dass sie sich fast im Niveau desselben befinden.

Die optischen Gesetze, nach welchen dieser Spiegel wirkt, sind kurz folgende: Convergente Lichtstrahlen, die einen convexen Spiegel treffen, werden parallel zur Axe des Spiegels reflectirt, sobald sie in ihrer Verlängerung die Axe des Spiegels in der Mitte seines Krümmungshalbmessers, dem sogenannten imaginären Brennpunkt, schneiden würden. Dagegen werden sie, wenn sie die Axe diesseits dieses Punktes treffen, convergent, wenn sie dieselbe jenseits desselben treffen, divergent von der Spiegelfläche zurückgeworfen, und zwar ist die Convergenz oder Divergenz um so bedeutender, je weiter der Durchschnittspunkt der auffallenden Lichtstrahlen mit der Axe des Spiegels von dem imaginären Brennpunkt entfernt liegt. Sei nun in Fig. 41 *F* wieder die Flamme, *L* die Linse, *S* der Spiegel, dessen Axe *P Q* und *P′* der imaginäre Brenn-

punkt, A das beobachtende, B das beobachtete Auge. Da sich die Linse L in solcher Nähe vom Spiegel befindet, dass die convergent von ihr kommenden Strahlen sich vor dem imaginären Brennpunkt P' des Spiegels S z. B. in C vereinigen würden, so werden sie auch wieder convergent vom Spiegel zurückgeworfen und treffen die Cornea des beobachteten Auges in den Punkten $c\ d$; sie werden nun von dem dioptrischen Apparat des Auges B gebrochen und in einem Punkt o vor der Netzhaut des Auges B vereinigt, die nun von den bereits wieder divergenten Strahlen in Zerstreuungskreisen beleuchtet wird. Von einem jeden Punkt, z. B. e des erleuchteten Theiles $\alpha\ \beta$, gehen Strahlenkegel $g\ e\ h$ zurück und werden in convergenter Richtung gegen S sich fortsetzen; ein Theil derselben wird durch das Loch $m\ n$ des Spiegels treten und das Auge A wird bei richtiger Stellung e scharf und bei gehöriger Beleuchtungsintensität auch deutlich wahrnehmen, vorausgesetzt, dass die Vereinigung V des Kegels $e\ g\ h$ in der deutlichen Sehweite

Fig. 41.



von A stattfindet oder durch passende Apparate in dieselbe gebracht wurde.

Da nun Linsen von so starker Krümmung wie die angewandte Beleuchtungslinse, schon bedeutende sphärische Aberration zeigen, so wird auch das vom Spiegel entworfene Flammenbild nicht in einer Ebene liegen, sondern vielmehr mehreren angehören, wodurch an Beleuchtung der Netzhaut gewonnen wird, indem man deutlich ein helles Kernlicht und ein peripherisches Halblicht unterscheiden kann, das eben durch die Wirkung der sphärischen Aberration entsteht.

Noch ist zu bemerken, dass, da der Zehender'sche Spiegel aus Metall besteht, der Reflex von dem Canal des Loches beseitigt ist; auch ist der Reflex der Cornea auf ein Minimum reducirt.

c. *Foliirte Glaslinsen als Augenspiegel.*

19) Der Augenspiegel von Jäger.

Als einfachen Spiegel empfiehlt Jäger ein Glas, dessen spiegelnder und vorderer Fläche er eine entsprechende von einander abweichende Krümmung gab, so dass man, je nachdem die Krümmungsmittelpunkte in bestimmten Verhältnissen entweder auf die gleiche oder beide Seiten des Spiegels zu liegen kommen, nach Erforderniss zugleich für die reflectirten Strahlen, welche durch den vom Beleg befreiten mittleren Theil des Spiegels hindurchdringen, ein beliebiges Concav- oder Convexglas erhält. Dieser Spiegel wird entweder, mit zwei Handhaben versehen, in das oben beschriebene Jäger'sche Instrument eingefügt, oder, mit einem Handgriff versehen, wie eine Lorgnette gebraucht.

20) Der Augenspiegel von Klaunig.

Da ein Hohlspiegel mit einer Convexlinse einem doppeltconvexen Glase, welches auf der einen Seite als Spiegel belegt ist, gleichkommt, so liess Klaunig, um einen einfacheren Augenspiegel als die bisherigen zu construiren, der dabei aber die inneren Theile des Auges deutlich beleuchte, nicht blende und leicht anwendbar sei, doppeltconvexe Gläser von 8, 12, 14, 16, 20 Zoll Brennweite als Spiegel belegen, die dann den Hohlspiegeln von 2, 3, $3^1/_2$, 4; 5 Zoll Brennweite gleichkamen. Da bei den angestellten Versuchen sich jeder dieser Spiegel als brauchbar erwies, so bediente sich Klaunig in letzterer Zeit gewöhnlich eines Spiegels von $3^1/_2$ Zoll Brennweite.

Derselbe besteht aus einem doppeltconvexen Glase von 14″ Brennweite, das im Durchmesser 35 Millimeter enthält und in der Mitte eine geschwärzte Oeffnung von $4^1/_2$ Millimeter Durchmesser besitzt. Die eine Seite dieses Glases ist als Spiegel belegt; das Ganze ist in eine geschwärzte Messingkapsel gefasst. Der Griff desselben, der an der einen

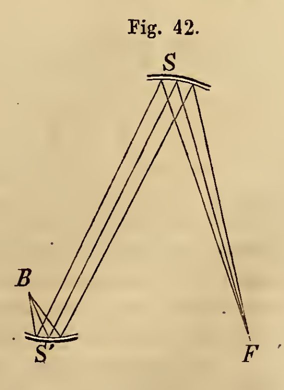
Seite angeschraubt werden kann, ist für den Geübten leicht entbehrlich. Dieser Spiegel eignet sich vorzüglich zur Untersuchung der Retina im aufrechten Bilde; zur Untersuchung im umgekehrten Bild ist ein ähnlicher Spiegel empfehlenswerth, der sich von dem vorigen nur dadurch unterscheidet, dass er aus einem 22 Linien breiten planconvexen Glase von 18″ Brennweite besteht, dessen plane Fläche als Spiegel belegt ist.

Weil bei der Durchbohrung der Linsen der Canal zu gross und dadurch die Untersuchung bedeutend erschwert wird, so hat Klaunig später nur den Beleg entfernen lassen und ersetzt die Durchbohrung durch ein hinter der belegten Fläche angelegtes entsprechendes Concavglas (Nr. 12), das mit der spiegelnden Convexlinse zusammen in eine einfache Hornfassung gebracht ist.

Für den Gebrauch dieses Spiegels gelten die Regeln für die Untersuchung im Allgemeinen. Um die Untersuchung weniger anstrengend und die Wahrnehmung der Bilder auch dem Ungeübten möglich zu machen, bedient sich Klaunig eines zweiten Spiegels; sein Verfahren ist folgendes: Den zur Aufnahme des Bildes bestimmten Spiegel stellt man so nahe wie möglich, ungefähr 1½ Zoll vor das zu untersuchende Auge in gleicher Höhe mit demselben auf. Nachdem man sich mit dem beobachtenden Auge ungefähr 9—10 Zoll von diesem Spiegel in passender Richtung entfernt hat, nimmt man einem zweiten in der Mitte durchbohrten Hohlspiegel von 6″ Brennweite vor sein Auge. Auf diesen lässt man das Licht einer Lampe aus einer Entfernung von 8″ einfallen, leitet dieses auf den andern, der es in das Auge zurückwirft, so dass ein concentrirter Lichtkegel auf die Cornea fällt. Auf diese Weise wird das Auge hinreichend erleuchtet, und das Bild der Retina im Spiegel durch die Oeffnung des Beleuchtungsspiegels wahrgenommen.

Es sei in Fig. 42 *F* die Flamme der Lichtquelle, 8″ vom Spiegel *S* entfernt. *S* ein Hohlspiegel, der aus einem biconvexen Linsenglas von 24 Zoll Brennweite besteht, das rund, 15 Linien breit und auf der einen Seite als Spiegel belegt ist; in der Mitte hat es eine runde, geschwärzte Oeffnung von 2‴ Durchmesser. Der Beobachter hält diesen Spiegel, 9—10″ vom Spiegel *S'* entfernt, frei vor sein Auge, und giebt ihm die nöthige Richtung, so dass das Licht in den Spiegel *S'* convergent einfällt. *S'* ist ein Hohlspiegel, der aus einem runden, 15 Linien breiten, biconvexen Linsenglas von 14″ Brennweite besteht, das ebenfalls auf einer Seite als Spiegel belegt ist. Derselbe, in eine geschwärzte Messingkapsel gefasst, steht senkrecht auf einem Stativ, das höher oder niedriger gestellt werden kann. *B* ist die

Fig. 42.



Stelle, wo sich die Hornhaut des zu untersuchenden Auges befindet; der Abstand zwischen B und S' beträgt $1^1/_2$ Zoll.

21) Der Augenspiegel von Burow.

Derselbe besteht aus einer einfachen in geschwärztes Messing gefassten Linse, die auf der einen Seite foliirt, und deren Folie in der Mitte in einer Kreisfläche von $1^1/_2'''$ Durchmesser abgekrazt ist. Die Schleifung ist derartig, dass ihre Brennweite für durchgehendes Licht gleich 5 Zoll ist, während sie durch ihre foliirte Fläche als Hohlspiegel wirkend, von einem etwa $10''$ entfernt leuchtenden Gegenstand die Vereinigung der leuchtenden Strahlen in einer Entfernung von c. 6 Zoll bewirkt.

Zur Untersuchung des Augengrundes hält man vor das zu beobachtende Auge noch eine Convexlinse von $1^1/_2 - 1^3/_4''$ Brennweite und entfernt den Spiegel mehr oder weniger, je nach dem Refractionszustand des Auges so weit, dass man das umgekehrte Bild in dem Brennpunkt der Beobachtungslinse sieht.

Die Formeln für die Berechnung eines solchen Augenspiegels sind: $\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = \frac{2(n-1)}{R} + \frac{2N}{R'}$ und $\frac{1}{b} = n-1 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$; (nach Pastau $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = N - 1 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$ was nur richtig ist, wenn $a = \infty$.)

In denselben bedeutet b die dioptrische Brennweite, die die Linse unfoliirt, also an der von Folie befreiten Stelle haben soll, a die Entfernung des leuchtenden Punktes von der foliirten Fläche, d. h. den Abstand der Lampe vom Instrument, α die Entfernung, in der die von dem leuchtenden Punkt ausgehenden Strahlen, durch die Wirkung des Hohlspiegels sich wieder vereinigen, R den Radius der vordern, R' den der hintern foliirten Fläche, n den Brechungscoefficienten des Glases. Die gesuchten Werthe sind hier R und R', während die Werthe von b, a und α je nach der beabsichtigten Wirkung des Instrumentes beliebig eingeführt werden können.

Da nun $\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} - \frac{2}{b} = \frac{2}{R'}$, so ist: $R' = \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} - \frac{2}{b}}$ und da ferner:

$\frac{2}{(n-1)} b = \frac{2}{R} + \frac{2}{R'}$, so ist: $\frac{6}{b} - \frac{1}{a} - \frac{1}{\alpha} = \frac{2}{R}$ oder $R = \frac{2}{\frac{6}{b} - \frac{1}{a} - \frac{1}{\alpha}}$.

Nach Versuchen fand Burow als die besten Werthe von a, b und α: am vortheilhaftesten in ihrer Wirkung eine mittlere Entfernung der Lampe vom Augenspiegel (a) $= 12''$ und ebenso die Beleuchtung des Augenhintergrundes am besten, wenn die Brennweite des Hohlspiegels annäherungsweise gleich war der Entfernung des Spiegels von dem untersuchten Auge; bei der Beobachtung im umgekehrten Bilde $= 6''$, im aufrechten $= 2^1/_2''$. Für den Werth von b beim aufrechten Bilde $- 8''$ und $- 4''$ für die meisten Fälle ausreichend, im umgekehrten Bild $+ 4^1/_2''$ bis $5''$.

Die Rechnung ergiebt demnächst für den Augenspiegel, mit dem das umgekehrte Bild untersucht werden soll (wenn $b = 4^1/_2''$, $a = 12''$, $\alpha = 6''$):

$$R = + 1{,}84 \text{ und } R' = - 10{,}28,$$

und für den Augenspiegel für das aufrechte Bild

1) bei einer Brennweite von — 8'':

$$R = -1{,}62 \text{ und } R' = +2{,}73;$$

2) bei einer Brennweite von — 4'':

$$R = -1 \text{ und } R' = +2.$$

Die nachstehenden Tafeln geben die Werthe der Radien für alle möglichen heterocentrischen Augenspiegel, sowohl für das aufrechte als für das umgekehrte Bild.

Die erste Tabelle gilt für den Abstand der Lampe = 12'', die zweite = 18'' vom Spiegel. Die Werthe von R und R' bei einer Focallänge des Reflectors = 6'' sind für den praktischen Gebrauch unbrauchbar, ebenso die positiven Spiegel bei einer Brennweite von 4 und $2^1/_2$'', sie sind daher nicht berechnet; die Zahlen bedeuten Zolle:

I.

a (Abstand der Lampe) = 12''.

	$\alpha = 6.$		$\alpha = 4.$		$\alpha = 2^1/_2.$	
	R'	R	R'	R	R'	R
$b = -$ 2,			1,50,	— 0,60,	1,35,	— 0,57.
$b = -$ 4,			2,40,	— 1,09,	2,03,	— 1,01.
$b = -$ 6,			3,00,	— 1,50,	2,45,	— 1,35.
$b = -$ 8,			3,43,	— 1,85,	2,73,	— 1,62.
$b = -$ 12,			4,00,	— 2,40,	3,08,	— 2,03.
$b = +$ 5,	— 13,33,	2,11.				
$b = +$ 4,	— 8,00,	1,60.				
$b = +$ 3,	— 4,80,	1,14.				

II.

a (Abstand der Lampe) = 18''.

	$\alpha = 6.$		$\alpha = 4.$		$\alpha = 2^1/_2.$	
	R'	R	R'	R	R'	R
$b = -$ 2,			1,53,	— 0,61,	1,37,	— 0,58.
$b = -$ 4,			2,48,	— 1,11,	2,09,	— 1,02.
$b = -$ 6,			3,13,	— 1,53,	2,54,	— 1,37.
$b = -$ 8,			3,60,	— 1,89,	2,83,	— 1,66.
$b = -$ 12,			4,24,	— 2,48,	3,21,	— 2,09.
$b = +$ 5,	— 11,25,	2,05.				
$b = +$ 4,	— 7,20,	1,56.				
$b = +$ 3,	— 4,50,	1,12.				

Die Brennweite — 8'' wird in den Fällen das vollkommenste Bild liefern, in denen das Auge des Beobachters und des Beobachteten einen normalen Refractionszustand besitzen; nur in den höhern Graden von Kurzsichtigkeit wird es nöthig sein, zur Beobachtung ein Concavglas zwischen Spiegel und beobachtetes Auge oder zwischen Spiegel und Auge des Beobachters aufzustellen und zwar wird man mit den negativen Linsen 2, 4, 8 und 20 für alle Fälle hinlänglich auskommen.

Als Vorzüge seines Instrumentes führt Burow an, dass es dem Anfänger das Studium der Ophthalmoscopie erleichtere, d. h. dass auch Ungeübte das Bild des Augenhintergrundes mit grosser Leichtigkeit wahrnehmen lernten.

22) Die Spiegel von Hasner.

In neurer Zeit bedient sich Hasner nach sorgfältigen Untersuchungen fast ausschliesslich belegter, undurchbohrter periskopischer Zerstreuungslinsen als Augenspiegel.

Diese Form der Augenspiegel ist höchst einfach; sie bestehen aus einem Linsenglase, das am besten kreisrund gewählt wird, 1 Zoll im Durchmesser hat, und an der hintern, convexen Seite belegt ist. In der Mitte des Glases ist eine kleine Partie der Folie behufs der Durchsicht entfernt. Das Ganze ist in eine einfache Metallfassung gebracht. Für gewöhnliche Untersuchungen im aufrechten Bild reicht man mit vier solcher Spiegelchen, Nr. 4, 6, 8, 12, aus, doch ist es für genauere Untersuchungen räthlich, auch die übrigen, seltner benöthigten foliirten Concavgläser in Vorrath zu haben. Sechs bis acht solcher Gläschen, werden dann, in ein Etui gebracht, den vollständigen, äusserst compendiösen Apparat zur Untersuchung im aufrechten Bild ausmachen.

Was die Anwendung des Apparates anbelangt, so wird das Gläschen bei der Untersuchung des Augengrundes an seinem Rande zwischen Daumen und Zeigefinger gefasst und schräg dem Lichte so zugewendet, dass die leuchtende Scheibe auf das zu beobachtende Auge fällt; das beobachtende Auge steht unmittelbar hinter dem Glase.

Die einfache Handhabung, der leichte Wechsel der Gläser, die compendiöse Form des Ganzen, der entsprechende Corrections-, zugleich Reflectionsapparat, das gestattete unmittelbare Anlegen des beobachtenden Auges an den Reflector, die beliebige Annäherung an das beobachtete Auge, dürften dieser Art des Augenspiegels als Empfehlung dienen.

Ausserdem empfehlen sich diese Gläser noch durch ihre Billigkeit, indem sich jeder nach einiger Uebung dieselben selbst belegen kann. Hasner giebt dazu folgende Vorschrift: Man macht einen Brei aus feinem Stuckator-Gyps, und breitet ihn, 3‴ dick, 2″ im Durchmesser, auf ein Brettchen aus. Die Linse, welche zum Foliiren bestimmt ist, wird mit der zu belegenden Fläche in die Paste eingedrückt, jedoch nicht tiefer als ihre Dicke beträgt. So bleibt sie liegen, bis die Gypsmasse hart und trocken geworden ist. Hierauf hebt man sie heraus, und breitet in der Form eine doppelte Lage von Zinnfolie möglichst glatt aus. Auf diese giesst man einige Tropfen Quecksilber und lässt es mit der Zinnfolie im ganzen Umfang in Berührung und Verquickung kommen. Es bildet sich meist stellenweise an der Oberfläche des Quecksilbers ein zartes Häutchen; dieses wird entfernt, indem man mit der gereinigten Oberfläche des zu foliirenden Glases vorsichtig über die Oberfläche hinstreicht, so lange, bis sie vollkommen spiegelt. Hierauf bringt man das Glas mit der sorgfältig gereinigten, zu belegenden Oberfläche von der Seite her in die Form, drückt es darin fest und erhält den Druck dauernd durch eine Belastung. Nach zwei Tagen kann man den Spiegel bereits benutzen.

d. Prismenspiegel.

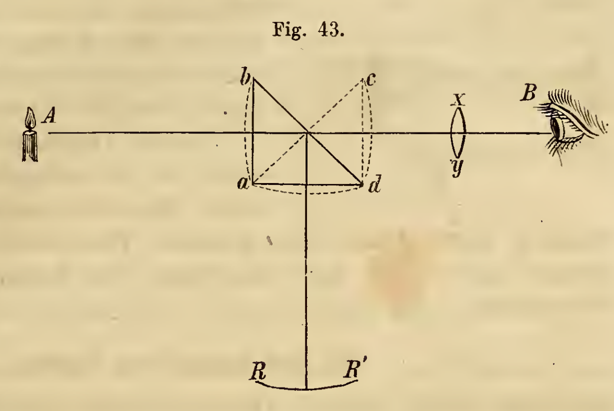
23) Ulrich's Prismen.

Der erste Gedanke, die totale Reflexion des Prisma zur Beleuchtung des Augenhintergrundes zu benutzen, ging von Prof. Ulrich in Göttingen aus. Derselbe nahm zwei Glasprismen Fig. 43, *a b d* und *a c d*, deren Querschnitt ein rechtwinkliges, gleichseitiges Dreieck bildet, und verband sie so mit einander, dass die eine Kathetenfläche des obern Prisma mit

einer Kathetenfläche des untern zusammenfällt, und dass die beiden Hypotenusenflächen einen rechten Winkel einschliessen.

Es werden nun nach dem Gesetz der totalen Reflexion die Lichtstrahlen, welche von einer seitwärts angebrachten Lichtquelle *A* rechtwinklig gegen die eine Kathetenfläche *b a* des untern Prisma *b a d* eintreten, an der Hypotenusenfläche *b d* total reflectirt und treten rechtwinklig gegen die andere Kathetenfläche *a d* aus dem Prisma wieder heraus auf die Retina *R R'* des beobachteten Auges, wodurch dieses erleuchtet wird. Die von der Retina zurückkehrenden und rechtwinklig auf die Kathetenfläche *a d* des obern Prisma *a c d* einfallenden Strahlen werden nun nach demselben Gesetz an der Hypotenusenfläche *a c* total reflectirt und treten so rechtwinklig gegen die andere Kathetenfläche *c d* aus dem Prisma in das beobachtende Auge *B*.

Fig. 43.



Zur Concentration des Lichts können die Kathetenflächen *b a*, *a d* und *d c* convex geschliffen werden; ausserdem kann man durch ein Ocular x *y* das zur Seite des Prisma *a c d* entstehende Bild der Retinaobjekte betrachten.

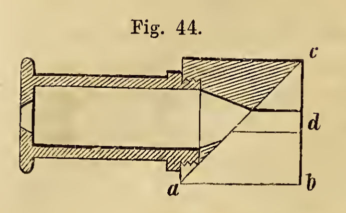
24) Der Augenspiegel von Fröbelius.

Dieses Instrument ist eine aus dem Bedürfniss einer helleren Beleuchtung hervorgegangene Modification des Helmholtz'schen ursprünglichen Instrumentes und besteht darin, dass Fröbelius anstatt der vier spiegelnden Glasplatten, vorne an das Instrument ein rechtwinkliges Glasprisma mit planen Katheten befestigen liess, welches von der Hypotenuse zu der einen Kathete durchbohrt wurde, so dass der leuchtende Körper seine Strahlen auf die Hypotenuse wirft und von dort durch die zweite Kathete in's Auge des Kranken, das sich mittelst der Concavlinse durch das Loch des Prisma betrachten lässt. Zur leichten Einlegung der Concavlinse brachte Fröbelius noch eine sogenannte Rekoss'sche Scheibe mit den Concavgläsern Nr. 6, 8, 10 und 12 an.

25) Der Spiegel von Meyerstein,

dargestellt in Fig. 44. — Dieses von Meyerstein zuerst erfundene Instrument besteht aus einem mit planen Katheten versehenen rechtwinkligen Glasprisma, welches von der Hypotenuse zu der einen Kathete durchbohrt und mit einer Fassung versehen ist. Die Lichtquelle wirft ihr Licht durch die Kathete *a b* auf die Hypotenuse *a c*, von der dasselbe in das beobachtete Auge geworfen wird. Die aus demselben zurückkehrenden Strahlen treten dann zum grössten Theil durch das Loch *d* des Prisma und von da durch den Canal der Fassung in das Auge des Beobachters.

Fig. 44.



26) Der Spiegel von Coccius,

dargestellt in Fig. 45. — Derselbe besteht aus einem rechtwinkligen, ungleichseitigen, kleinen Prisma *a*, dessen Hypotenuse dem leuchtenden Körper zugewandt ist. Die Strahlen vom leuchtenden Körper werden zu der dem Beobachter zunächst liegenden Kathete gebrochen und von dieser durch die andere Kathete in das beobachtete Auge geworfen. Das Prisma ruht auf einem kurzen Handgriff, welcher in den messingenen Boden des Prisma eingeschraubt wird und zugleich die Fassung *b* mit dem Hohlglase *c* einklemmt, so dass diese an dem Prisma in der ihr gegebenen Stellung feststeht. Die Fassung ist an der Seite des Prisma offen, damit verschiedene Nummern von Hohlgläsern eingelegt werden können und das entsprechende Hohlglas dicht an das Prisma stösst. An dem Fortsatz der Fassung *d* befindet sich noch ein einfaches Charniergelenk, damit das Hohlglas zur Vermeidung der Spiegelung schräg zur Gesichtslinie des Beobachters gestellt werden kann.

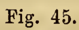


Fig. 45.



Die Flamme wird neben dem Kopf des Kranken in gleicher Höhe mit demselben aufgestellt. Der Beobachter muss sich nun dicht an die das Licht reflectirende Kathete halten, daher dicht an der Kante des Prisma vorbeisehen.

Zehender wendet wegen der Stärke der Beleuchtung Prismen an, deren den rechten Winkel einschliessende Seiten verschieden concav oder convex geschliffen sind.

Wiewohl vermöge der totalen Reflexion die Beleuchtung mittelst Prismen eine sehr gute ist, so bietet doch ihre Anwendung in der Praxis mehr Nachtheile als Vortheile, indem sie sehr hoch im Preis sind, ihre Handhabung sehr schwer ist, und bei häufigeren und genaueren Untersuchungen dadurch sehr lästig werden, dass man, um die ganze Ausdehnung der Netzhaut untersuchen zu können, den Standort des leuchtenden Körpers für die Peripherie der Netzhaut wiederholt ändern muss; auch entbehrt man bei denselben noch des Focus, welchen Hohl- oder mit Convexlinsen verbundene Planspiegel haben.

Anhang.

I. Die Untersuchung des Auges unter Wasser.

Die von de la Hire angegebene Erklärung und Methode zur Untersuchung des Auges unter Wasser fand in seiner und der folgenden Zeit nicht die verdiente Beachtung, bis in neuester Zeit Czermak und Coccius dieselbe der Vergessenheit entzogen und die durch sie gebotenen Vortheile einer genaueren Würdigung unterwarfen.

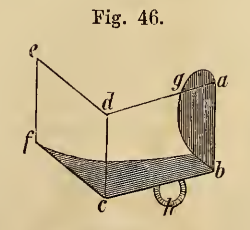
Die von beiden Ebengenannten angewendeten Hülfsmittel sind folgende:

1) Das Orthoscop von Czermak.

Es ist dieses Instrument im Wesentlichen eine kleine Wanne mit Glaswänden, die an das Gesicht des zu Beobachtenden so angesetzt wird, dass das Auge die Hinterwand derselben bildet und dann voll Wasser gegossen wird.

Das in Fig. 46 abgebildete Instrument hat eine untere Wand *f c b* und eine innere der Nase zugekehrte *g a b* aus Metallblech gebildet, unten mit einem Ringe *h* versehen, um es bequem halten zu können. Beide sind am freien Rand passend ausgeschnitten, um sie an das Gesicht ansetzen zu können. Die vordere Wand *a b c d* und die äussere *c d e f* sind aus ebenen polirten Glasplatten gebildet. Um das Instrument wasserdicht an das Gesicht ansetzen zu können, empfiehlt Czermak geknetete Brodkrume an das Gesicht anzulegen und den Rand des Instrumentes hineinzudrücken. Das Auge wird nun zunächst geschlossen, Wasser von 23—26° R. in das Kästchen gegossen und dann das Auge geöffnet.

Fig. 46.



Bei einem andern von Prof. Arlt angegebenen Orthoscop besteht das Kästchen aus Gutta-Percha und hat nur eine gläserne Wand, welche von vorn und innen nach hinten und aussen geneigt ist. Der

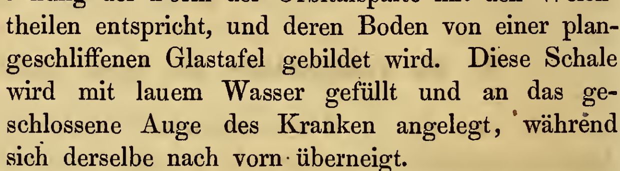
Gesichtsausschnitt legt sich durch mässiges Andrücken sehr genau an und verhindert jedes Abträufeln des Wassers. Dem Reflex von der geneigten Glasplatte entgeht der Beobachter leicht durch passende Regulirung der Einfallsrichtung der Lichtstrahlen. Dieses Instrument, dessen Preis nicht 1 fl. C.-M. übersteigt, ist ein für ärztliche Zwecke vollkommen brauchbares.

Die Hornhaut tritt, von der Seite gesehen, als eine durchsichtige gewölbte Blase hervor, die Iris tritt als ein fast ebener Vorhang von ihr zurück.

2) Das Wännchen von Coccius.

Das in Fig. 47 dargestellte Instrument besteht aus einer kleinen Glasschale, deren Oeffnung der Form der Orbitalspalte mit den Weichtheilen entspricht, und deren Boden von einer plangeschliffenen Glastafel gebildet wird. Diese Schale wird mit lauem Wasser gefüllt und an das geschlossene Auge des Kranken angelegt, während sich derselbe nach vorn überneigt.

Fig. 47.

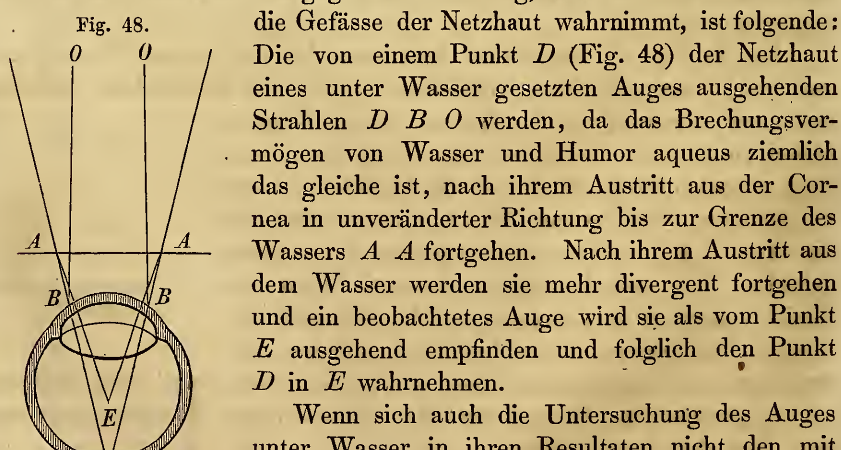


Man kann zu diesem Instrument auch die sogenannten Augenbader der Glashandlungen benutzen, in denen man das untere Dritttheil abschleifen und eine ebene Glasplatte aufkitten lässt. Die Untersuchung nimmt Coccius vorzüglich bei künstlichem Licht unter Beihülfe eines durchbohrten Hohlspiegels vor.

Noch einfacher, aber auch lästiger, ist das Verfahren von Coccius, einen Tropfen Wasser auf das Auge zu bringen und ihn mittelst eines dünnen Glasplättchens an die Hornhaut anzudrücken.

Die von de la Hire gegebene Erklärung, warum man unter Wasser die Gefässe der Netzhaut wahrnimmt, ist folgende: Die von einem Punkt D (Fig. 48) der Netzhaut eines unter Wasser gesetzten Auges ausgehenden Strahlen $D\ B\ O$ werden, da das Brechungsvermögen von Wasser und Humor aqueus ziemlich das gleiche ist, nach ihrem Austritt aus der Cornea in unveränderter Richtung bis zur Grenze des Wassers $A\ A$ fortgehen. Nach ihrem Austritt aus dem Wasser werden sie mehr divergent fortgehen und ein beobachtetes Auge wird sie als vom Punkt E ausgehend empfinden und folglich den Punkt D in E wahrnehmen.

Fig. 48.



Wenn sich auch die Untersuchung des Auges unter Wasser in ihren Resultaten nicht den mit Hülfe des Augenspiegels erhaltenen gleichstellen lässt, auch für den Kranken lästiger ist als die Untersuchung mit diesem, so dürfen wir sie doch als diagnostisches Hülfsmittel nicht gering achten.

Abgesehen davon, dass die Untersuchung mit dem Orthoscop beim Tages- oder Lampenlicht ungleich geringern Schwierigkeiten unterliegt und weit weniger Uebung erfordert, als die Anwendung der verschiedenen Augenspiegel, auch in den Händen weniger Geübter ungefährlicher ist als diese, sind es besonders folgende Fälle, in denen sie sich als vorzügliches diagnostisches Hülfsmittel bewährt: bei Trübungen der Hornhaut und Unregelmässigkeiten ihrer Oberfläche; die Trübungen der Hornhant lassen sich bei der Applanation derselben durch Wasser besser im Ganzen überschauen und treten zugleich schärfer hervor; wichtiger noch ist der Nutzen, wenn man die innern Theile des Augapfels, besonders die Membranen im Augengrunde untersuchen will, während die Hornhautoberfläche zum grossen Theil oder völlig unregelmässig ist, indem die Applanation aller Unebenheiten der Hornhautoberfläche nun deutliche Bilder der Netzhaut wahrnehmen lässt. Von den krankhaften Verbindungen der Iris mit der vordern Kapselwand erhält man durch die Untersuchung unter Wasser ebenfalls genaue Kenntniss, indem die unter dem planconvexen Meniscus der Hornhaut und des Kammerwassers vorgebaucht erscheinende Iris in ihrer wahren anatomischen Lage, Form und Grösse erscheint.

Für die Untersuchung der übrigen Verhältnisse im Auge wird der Augenspiegel meist den Vorzug verdienen, doch wird man in manchen Fällen gut thun, beide Untersuchungsmethoden mit einander zu verbinden, z. B. zum bessern Ueberblick krankhafter Verhältnisse bei sehr kurzsichtigen Augen, bei nicht zu kleinen Exsudaten unter der Netzhaut, Loslösung derselben von der Chorioidea und andern Zuständen.

II. Die Untersuchung des Auges bei seitlicher Beleuchtung.

Der Hauptvortheil der seitlichen oder schiefen Beleuchtungsmethode, die zuerst von Helmholtz zu physiologischen Untersuchungen verwendet, von v. Gräfe und Liebreich weiter ausgebildet, als ein wichtiges diagnostisches Hülfsmittel in die pathologische Untersuchung eingeführt wurde, besteht darin, dass sie bei Untersuchung der vorderen Theile der brechenden Medien mit einer intensiven Beleuchtung zugleich eine bedeutende Vergrösserung zu verbinden gestattet.

In einem dunkeln Zimmer stelle man zur Seite des zu Untersuchenden und in gleicher Höhe mit seinem Kopfe eine hellbrennende, nur mit dem Cylinder bedeckte Zuglampe auf; der Untersuchende setzt sich vor den Kranken und bedient sich entweder eines Hohlspiegels von kurzer Brennweite, indem er, statt in der Axe des durch denselben in's Auge geworfenen Strahlenkegels zu beobachten, den Spiegel mehr zur Seite wendet und frei an ihm vorbeisieht, oder einer Biconvexlinse von $1^1/_2$ bis 2″ Brennweite, mit der er auf die in der Fig. 49 veranschaulichte Weise

den Focus in das Auge des zu Untersuchenden wirft und dasselbe mit einer Loupe betrachtet.

Fig. 49.



Als Rücksichten, die bei dieser Untersuchungsmethode auf die Stellung der Lampe und Beleuchtungslinse zu nehmen sind, führt Liebreich an: „je grössere Beleuchtungsintensität zulässig ist, um so näher werden wir die Lampe stellen, und dem entsprechend eine um so stärkere Linse nehmen. Den einfallenden Lichtkegel durchschneidet dann die zu beobachtende Fläche, wenn wir sie in grösserer Ausdehnung übersehen wollen, schräg etwas vor seiner Spitze. Je genauer wir dagegen einen Punkt beobachten wollen, um so mehr nähern wir ihm den Focus. Den Winkel, den dabei der Axenstrahl mit der Sehaxe des beobachteten Auges macht, muss dann um so grösser werden, je mehr wir nach der Aequatorial-Gegend der Linse, um so kleiner, je mehr wir nach ihrem Pol zu beobachten. Sehr klein wird er natürlich sein müssen, wenn wir den Glaskörper untersuchen, indem sich Trübungen, auf diese Weise erhellt, viel schärfer in ihrer wirklichen Farbe zeigen und ihren Ort viel leichter und genauer bestimmen lassen, als bei der gewöhnlichen Untersuchung".

Vorzüglich geeignet ist diese Untersuchungsmethode zur genauern Betrachtung der Iris und des Pupillarrandes; zur Beobachtung der Processus ciliares, die sich einzeln bis zu ihrem Ursprung verfolgen lassen, vor allem aber zur Untersuchung von Wunden und Exsudaten auf der Kapsel, Bestimmung der Consistenz der Rindenschicht, Grösse, Farbe und Lage des Linsenkerns; bei der Untersuchung von Cataracten und Theilen hinter der Iris, muss man die Pupille des zu untersuchenden Auges stets durch Atropin erweitern.

So einfach und leicht auch im Allgemeinen diese Untersuchungsmethode erscheinen mag, so erfordert sie doch, besonders mit der die Linse führenden Hand, eine gewisse Fertigkeit, die sich freilich nicht beschreiben, sondern nur durch eigene Uebung erlernen lässt.

Zweiter Abschnitt.

Die Untersuchung mit dem Augenspiegel.

Da die specielle Gebrauchsanweisung für jeden einzelnen Spiegel schon in dem ersten Kapitel bei der Beschreibung der einzelnen Formen angegeben ist, so beschränken wir uns hier auf die Angabe einiger praktischer Regeln und optischer Gesetze, deren Vergegenwärtigung bei dem Gebrauch jedes Augenspiegels nothwendig sein dürfte.

Was die Wahl eines Augenspiegels betrifft, so dürfte vielleicht Mancher darüber in Verlegenheit sein, welche von den angegebenen Formen die zu seinem Gebrauch geeignetste sei, und es scheint daher nicht überflüssig, auf einige Punkte hinzuweisen, die bei der Bestimmung für dieses oder jenes Instrument Berücksichtigung verdienen. Im Allgemeinen lässt sich freilich sagen, dass jedes der angegebenen Instrumente zur Untersuchung des Auges verwendbar sei, und dass es nur von der Gewohnheit und Uebung und etwas mehr oder weniger Geschicklichkeit des Untersuchenden abhänge, ob er deutliche Bilder des Augenhintergrundes erhalte oder nicht; es ist jedoch nicht zu verkennen, dass auch die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Instrumente eine verschiedene ist, die einen z. B. sich durch eine grössere Beleuchtungsfähigkeit empfehlen, andere dadurch, dass ihre Handhabung eine leichtere ist. Die Hauptfrage bei der Wahl eines Instrumentes ist die, ob man sich für einen der grössern, complicirten und daher theuerern oder für einen der angegebenen kleinern Apparate entscheiden solle.

Handelt es sich um klinische Demonstrationen, oder will man weniger Geübten Gelegenheit geben, die Bilder des Augengrundes kennen zu lernen und zu studiren, oder beabsichtigt man, genaue Messungen und Zeichnungen anzustellen, so wird man sich immer für einen der grössern Augenspiegel entscheiden müssen, bei denen die einzelnen Theile des Instrumentes und das zu untersuchende Auge möglichst fixirt werden können, und hierzu eignen sich vor Allem die Augenspiegel

von Liebreich, Epkens-Donders und der grosse von Ruete, während für den praktischen Handgebrauch die kleineren, portativen und auch billigern Instrumente, und unter diesen die von Coccius, Zehender und Hasner den Vorzug verdienen.

In den meisten Fällen wird auch ein einfacher Concavspiegel (Anagnostakis) ausreichen, wenn dabei Folgendem Rechnung getragen: Seine Brennweite darf nicht unter 5 und nicht über 10 Zoll sein; ein Durchmesser von 5 Centimeter ist vollkommen ausreichend; der Durchmesser der centralen Durchbohrung überschreite nicht 3—4 Millimeter; Glasspiegeln, bei denen nur der Beleg im Centrum entfernt ist, sind durchbohrte Glasspiegel, diesen wiederum Metallspiegel vorzuziehen, weil bei ihnen der Durchbohrungscanal auf ein Minimum reducirt werden kann; wendet man noch Linsen an, so müssen sie, leicht um ihre Axe gedreht, dem Spiegel so nahe als möglich angelegt werden.

Vorbereitungen zur Untersuchung: Da wir eine verlässliche Deutung für das mit dem Augenspiegel Gesehene nur bei relativ wenig Befunden besitzen, so kann es leicht geschehen, dass man Befunde besonders an der Netz- und Aderhaut als krankhaft deutet, die noch zum Normalen gehören, dass man wirklich krankhaften Veränderungen eine viel wichtigere Bedeutung, als sie in der That verdienen, beilegt, dass man eine Gesichtsstörung, die von ganz andern Abnormitäten abhängt, aus dem Augenspiegelbefunde abzuleiten versucht wird, abgesehen von optischen Täuschungen, welche bei so subtilen Beobachtungen selbst einem geübten Beobachter leicht begegnen können. Aus diesen Gründen wird es daher immer gerathen sein, noch vor Anwendung des Augenspiegels durch äussere Besichtigung, Betastung, Prüfung der Functionsstörungen, Aufnahme der subjectiven Erscheinungen und vorausgegangenen anamnestischen Momente eine möglichst genaue Erhebung der krankhaften Veränderungen des Auges und nöthigenfalls des ganzen Organismus vorzunehmen, den Augenspiegel also als ein wichtiges, nicht aber als das erste und einzige diagnostische Hülfsmittel zu betrachten, indem das vorausgeschickte Examen schon in vielen Fällen zum Ausschluss mancher Krankheitsform führen wird. (Arlt).

Von allen bis jetzt angegebenen Augenspiegeln gestatten nur die von Ulrich und Meyerstein construirten die Untersuchung des Auges zu jeder Tageszeit und ohne störenden Einfluss des Tageslichtes, es ist daher für den Gebrauch aller übrigen ein hinlänglich dunkles Zimmer das erste Erforderniss.

Das zweite Erforderniss besteht in einer guten Lichtquelle. Das durch eine enge Oeffnung eines geschlossenen Fensterladens einfallende Sonnenlicht, lässt sich zur Untersuchung mit dem Augenspiegel zwar gebrauchen, ist aber wegen der grösseren Umständlichkeit, die seine Anwendung erfordert, wegen der grössern Blendung, die es verursacht, und

wegen der von Wolken u. s. w. abhängigen Ungleichmässigkeit der Beleuchtung wenig zu empfehlen. Die beste Lichtquelle ist der Erfahrung nach eine hell- und ruhig brennende Oellampe, die nur mit dem Cylinder versehen ist und sich je nach dem Bedürfniss höher oder niedriger stellen lässt, und nur bei sehr empfindlichen Kranken wird es, um jede Blendung zu vermeiden, gerathen sein, sich mit einer blossen Kerzenflamme zu begnügen. Man stellt dieselbe zur Seite des zu Untersuchenden, so nahe wie möglich dessen Kopf, auf und zwar so, dass sich die Flamme der Lampe, das Auge des Beobachters und das des zu Untersuchenden in gleicher Höhe befinden.

Nachdem der zu Untersuchende neben der Lampe Platz genommen, weise man ihm einen Punkt im Rücken des Beobachters zur Fixation an, und zwar lasse man ihn, weil der vordere Pol der Sehnervenaxe in das äussere Dritttheil der Hornhaut fällt, irgend einen Punkt auf der linken Seite des Kopfes des Beobachters fixiren, wenn man das linke, umgekehrt, wenn man das rechte Auge untersuchen will. Sollte der Kranke, wie das z. B. bei ganz Erblindeten der Fall ist, sein Auge nicht nach dem Gesichtssinn richtig einstellen können, so vermag er es gewöhnlich nach dem Gefühl, wenn man ihn seinen Finger nach jener Gegend halten lässt, wohin er sein Auge richten soll.

Man suche den Kranken möglichst ruhig und stets in derselben Entfernung vom Licht zu halten; auch ist es besser, wenn die Augenliderspalte freiwillig entsprechend geöffnet wird, als dass man durch starkes Auseinanderziehen der Augenlider, das Auge reizt, eine stärkere Thränensecretion hervorruft und den Kranken dadurch beunruhigt und unstät macht.

Eine besondere Rücksicht muss noch auf die Pupille des zu untersuchenden Auges genommen werden. Ist sie sehr eng, wie es besonders im Beginn der Untersuchung, wenn das Auge plötzlich von dem reflectirten Licht getroffen wird, der Fall ist, so kann nur eine kleine Quantität Licht durch sie eindringen und einen kleinen Theil der Retina erhellen. Man muss daher in solchen Fällen die Pupille zu erweitern suchen, was dadurch geschieht, dass man das andere Auge verdeckt, oder dass man das zu beobachtende sich für einen möglichst fernen Gegenstand accomodiren lässt, oder dass man sich eines Mydriatikum bedient, was für alle Fälle, wenn es die Umstände nur irgend erlauben, zu empfehlen ist.

Extract. Belladonn. gr. ij auf ʒj Aq. destillat. giebt eine hinreichende Erweiterung; am besten eignet sich jedoch das Sulfas Atropini, für dessen Anwendung Professor Donders folgende Verhältnisse angegeben hat:

1) gr. ıv in ℥j Aq. destillat. (gr. j : ʒij) — als Vorbereitung zu Operationen, um drohender Synechie, Synicesis oder Prolapsus Iridis

vorzubeugen, um bei centraler Cataract, centralen Hornhauttrübungen das Sehen möglich zu machen.

2) Dieselbe Solution mit 15 Th. Wasser verdünnt — (gr. j : ℥iv) — um vollkommene Dilatation mit vorübergehender Unbeweglichkeit der Pupille zu bewirken, behufs gründlicher Untersuchung der innern Augentheile nach allen Richtungen; die Dilatation erfolgt nach 30—45 Minuten und stört das Sehvermögen gewöhnlich nur 24 Stunden.

3) Dieselbe Solution mit 80 Theilen Wasser verdünnt — (gr. j : ℥xx) — 1 : 9600 —, für gewöhnlich anzuwenden. Ein oder zwei Tropfen dieser Solution einige Secunden zwischen die Augenlider gebracht, giebt nach 30—60 Minuten eine genügende Erweiterung, um die meisten Augen gut zu untersuchen; die Dauer der Erweiterung beträgt 8—36 Stunden.

Gang der Untersuchung: Sind so alle Vorbereitungen getroffen, so erblickt der Beobachter, nachdem er mit irgend einem der beschriebenen Apparate, nach den bei ihrer Beschreibung gegebenen Gebrauchsvorschriften, mittelst des Spiegels das Licht der Flamme in das zu beobachtende Auge geworfen hat und nun durch das Loch des Spiegels, d. i. durch die Mitte des Lichtkreises sieht, hinter der Pupille einen lichten, rothen Raum; in diesen von verschiedenen Seiten blickend, wobei man den Kranken sein Auge ganz ruhig zu halten empfehle, sieht man an einer Stelle nach unten und innen im Auge statt des rothen einen weissen, gelblichen Schein; sobald man diesen bemerkt, bringe man den nach Erforderniss des Instrumentes, dessen man sich gerade bedient, nöthigen Correctionsapparat in Anwendung, und man wird die breite, weiss-gelbliche Fläche im Auge zu einer scharf umschriebenen Scheibe von etwa 2—3‴ Durchmesser zusammenschrumpfen sehen, der Eintrittsstelle des Sehnerven, aus deren Mitte die Gefässe treten und die in der Fläche von der lebhaft rothen Aderhaut umschlossen ist. Zuweilen sieht man, bevor man die weisse Fläche aufgefunden hat, auf dem hellrothen Grunde dunklere Streifen verlaufen; es sind die Gefässe, die von der Eintrittsstelle des Sehnerven kommen; verfolgt man eines derselben in der Richtung seines Dickerwerdens, gegen den innern, untern Theil des Auges, wobei man sich mit dem Spiegel in entgegengesetzter Richtung bewegt, so wird man gleichfalls zu der weissen Fläche des Sehnerven gelangen.

Beim Beginn der Untersuchung sogleich den Sehnervenquerschnitt aufzusuchen, ist desshalb empfehlenswerth, weil das Auge des Beobachters sogleich einen lebhaften Fixationspunkt für seine Accomodation erhält, und weil man, während das Auge des Beobachteten für seinen Fernpunkt accomodirt ist, nach der Deutlichkeit der Centralgefässe ein Urtheil über das Brechungsverhältniss des untersuchten Auges erhält, wodurch die Auswahl der nöthigen Hohlgläser erleichtert wird. Zu fei-

neren Bestimmungen dienen die feinen, radiär über den Sehnerven laufenden Arterienzweige.

Nach Untersuchung der Sehnervenfläche nehme man die Gefässe an ihrer Eintrittsstelle, sich immer den Normalzustand vergegenwärtigend, dann ihren Verlauf über die weisse Fläche, ihr Verhalten beim Uebergehen auf die rothe Unterlage u. s. w. vor; nach den Gefässen prüfe man die Durchsichtigkeit der Netzhaut, so wie ihr Verhalten zur Aderhaut und zur Eintrittsstelle des Sehnerven; hierauf gehe man zur Untersuchung der Pigmentschicht der Chorioidea und dieser selbst über, die eine mehrmalige genaue Untersuchung hinlänglich in ihren Verhältnissen zur Eintrittsstelle des Sehnerven und zu den brechenden Medien kennen lehrt. Endlich folgt die Untersuchung der brechenden Medien: Glaskörper, Krystallinse und Cornea, und die der Iris.

Hat man sich für einige Zeit streng daran gehalten, zuerst die Eintrittsstelle des Sehnerven aufzusuchen und so von rückwärts nach vorwärts gehend, so zu sagen, die Topographie des innern Auges zu studiren, so wird bald auch die Untersuchung von Fällen, in denen die Krystallinse fehlt, oder die Netzhaut losgelöst ist, oder Aftergebilde an einer Wand des Bulbus sitzen, leicht werden.

Wir erwähnten oben nur kurz, man solle den nöthigen Correctionsapparat in Anwendung bringen, um das Bild des Sehnerven zu erhalten; es fragt sich nun, welches jedesmal der nöthige Correctionsapparat ist und welches überhaupt die Mittel sind, ein deutliches Bild der Netzhaut zu erhalten. Zu diesem Zweck ist es nöthig, an einige physikalische Gesetze zu erinnern.

Das menschliche Auge gleicht *) hinsichtlich seiner Brechung einem stark brechenden positiven Linsensystem. Befindet sich ein ähnliches Linsensystem zwischen unserm Auge und einem Objekt, so macht dieses den Gegenstand unter gewissen Umständen für unser Auge bald im aufrechten, bald im umgekehrten Bild sichtbar, unter andern Umständen aber stellt es für unser Auge kein wahrnehmbares Bild dar. Die Sichtbarkeit des Objektes ist abhängig, vorzüglich von der Lage desselben zum Brennpunkt des Linsensystems, ferner von dem Abstand zwischen Linsensystem und dem zu untersuchenden Auge, sowie auch von der grössern oder geringern Accomodationsfähigkeit des beobachtenden Auges. Befindet sich ein Gegenstand in dem Brennpunkt der Linse oder nur wenig von demselben entfernt nach der Linse hin, so vermögen wir die parallelen oder nur wenig divergenten Strahlen auf unsere Retina zu einem Bild zu vereinigen. Da wir den Gegenstand gleichzeitig unter einem grössern Gesichtswinkel sehen, so erblicken wir ihn aufrecht und vergrössert. Diese Thatsache, dass wir ein Objekt, welches im Brenn-

*) Vergleiche Klaunig l. c.

punkt der Linse selbst liegt, zu erkennen vermögen, bezieht sich jedoch nur auf Personen, welche die Fähigkeit besitzen, ihr Auge für bedeutende Fernen zu accomodiren. Ist aber das beobachtende Auge von der Beschaffenheit, dass es sich nur für nähere Gegenstände accomodiren kann, so ist für dieses das Objekt im Brennpunkt nicht erkennbar, sondern es muss Gegenstand und Linse einander nähern, um denselben im aufrechten Bilde wahrzunehmen. Diese Sichtbarkeit des Objektes ist sowohl unmittelbar hinter der Linse als auch entfernter von derselben möglich, doch wird das Gesichtsfeld um so beschränkter, je mehr sich das beobachtende Auge vom Linsensystem entfernt, weil dann die Randstrahlen das Auge nicht erreichen.

Befindet sich ein Objekt jenseits des Brennpunktes, so werden die divergent von ihm ausgehenden Lichtstrahlen beim Ein- und Austritt so gebrochen, dass sie convergirend weiter gehen, und sich vor der Linse zu einem umgekehrten Bild vereinigen, das um so grösser erscheint, je mehr sich das Objekt dem Brennpunkt nähert, dann aber auch um so entfernter vor der Linse entsteht. Dieses Bild wird jedoch nur dann deutlich erkannt, wenn es an der Stelle aufgefangen wird, an welcher die sämmtlichen Vereinigungspunkte der Strahlenbüschel liegen. Rückt aber diese Vereinigungsstelle weit hinaus, so ist das Bild wegen seines weiten Entstehungsortes und seiner Undeutlichkeit unerkennbar und wird dann weder im aufrechten noch umgekehrten Bild wahrnehmbar.

Wenden wir das Gesagte nun auf das Linsensystem des Auges und auf die Retina als Objekt an, so ist die nächste Frage, wo die Retina liege, ob sie sich vor, hinter oder im Brennpunkt dieses Linsensystems selbst befinde. Die Antwort darauf ist, dass dieselbe alle diesen Lagen einnehmen könne. Zu welcher Zeit aber diese verschiedenen Verhältnisse eingetreten seien, ist uns in vielen Fällen ohne Untersuchung unbekannt, besonders in jenen, wo das Sehvermögen verloren ging. Ist aber Sehvermögen vorhanden, so können wir es in den einzelnen Fällen aus der deutlichen Wahrnehmung eines Objektes, das bald näher, bald entfernter liegt, genau bestimmen. Bei Mangel der Linse, wo weder nahe noch entfernte Gegenstände deutlich wahrgenommen werden, liegt sie vor dem Brennpunkt des Linsensystems, weil jene Objekte kein deutliches Bild auf ihr entwerfen. In den Fällen, in denen wir unser Auge für sehr entfernte Gegenstände accomodirt haben, die uns erkennbar sind, muss sie im Brennpunkt gelegen sein, weil parallel einfallende Strahlen sich zu einem Bilde vereinigen. Haben wir aber unser Auge für nähere Gegenstände accomodirt, und sind sie uns sichtbar, so muss sie hinter dem Brennpunkt gelegen sein, da sich divergente Strahlen auf ihr zu einem Bilde vereinigen.

Wenn wir nun wissen, wo die Retina in Bezug zu dem Brennpunkt gelegen sei, und wir beschauen sie bei hinreichender Beleuchtung, so

wird sich hieraus leicht ergeben, ob die Retina in den einzelnen Fällen für den Untersuchenden im aufrechten oder umgekehrten Bilde sichtbar sei oder nicht; es wird sich aber auch ferner hieraus ableiten lassen, wie wir zu verfahren haben, um stets ein deutliches Bild der Netzhaut zu erhalten.

I. Die Untersuchung im virtuellen, aufrechten Bilde.

Nehmen wir an, dass ein zu untersuchendes Auge hinreichend erleuchtet, seine Pupille stark erweitert sei und betrachten wir mit normal- oder weitsichtigen Augen seine erleuchtete Retina als Objekt, so werden wir bei fehlender Linse oder Accomodation für die Ferne diese ohne Beihülfe deutlich erkennen. Hätte sich aber das zu untersuchende Auge für die Nähe accomodirt, oder wäre irgend eine Unmöglichkeit vorhanden, dass sich dasselbe für eine grössere Ferne accomodiren könnte, wie bei Kurzsichtigen, so würde die Netzhaut im aufrechten Bilde unerkennbar bleiben, weil dieselbe hinter dem Brennpunkt gelegen ist. In diesen Fällen muss man Weit- und Normalsichtige sich für ferne Objekte accomodiren lassen, bei Kurzsichtigen aber, denen die Accomodation für grössere Fernen fehlt, muss man die Brennweite des Linsensystems künstlich vermehren, so dass dadurch die Retina in den Brennpunkt oder vor denselben zu liegen kommt. Dies erreichen wir durch eine möglichst nahe Vorsetzung von negativen Linsengläsern vor das zu untersuchende Auge. Im Allgemeinen muss man zur Untersuchung solche Zerstreuungsgläser vorsetzen, die um einen oder mehrere Grade stärker sind als diejenigen, deren sich Myopen gewöhnlich bedienen, damit durch diese das Auge gleichsam für unendliche Fernen accomodirt werde; zu diesem Zweck dienen Zerstreuungsgläser von 2, 4, 6, 8 Zoll negativer Brennweite.

Ist die Sehkraft des zu untersuchenden Auges erloschen, so lässt sich nicht im Voraus bestimmen, welchen Ort die Netzhaut in Bezug zum Brennpunkt einnehmen werde, und ob sie ohne oder nur durch Hülfsgläser sichtbar gemacht werden könne; es lässt sich dies nur durch Versuche ermitteln.

Ist der Untersuchende selbst ein Kurzsichtiger, so muss er sein Auge dem eines Weitsichtigen gleichmachen, indem er sich selbst negativer Linsengläser bedient, die eine geringere Brennweite besitzen als diejenigen, deren er sich gewöhnlich bedient, oder er muss sich stärkerer negativer Gläser als für gewöhnlich erforderlich, bedienen, und zwar muss er dann bei Untersuchung weitsichtiger Augen schwache negative Linsengläser, bei Kurzsichtigen aber stärker zerstreuende Gläser vor das zu untersuchende Auge setzen, als der Weitsichtige bedurfte.

Um in jedem concreten Falle die zur Erzeugung eines deutlichen Bildes der zu untersuchenden Netzhaut eines Auges dienliche Brennweite der Hohllinse zu finden, giebt Ryba folgende Regel:

Man messe die deutliche Sehweite sowohl des untersuchenden als des zu untersuchenden Auges und die Entfernung des einen wie des andern Auges von der einzulegenden Hohllinse, ziehe von der deutlichen Sehweite jedes Auges dessen Entfernung von der Hohllinse ab, multiplicire beide Reste mit einander und dividire ihre Produkte durch die Summe beider Reste.

Nach dieser Regel berechnete derselbe bei durchgehends constanter Entfernung der Hohllinse vom beobachtenden Auge = $1/2$ Zoll und vom beobachteten Auge = $3 1/2$ Zoll umstehende Tabelle, in der mit A die Sehweite des beobachtenden, mit B die des beobachteten Auges, mit p die entsprechende Brennweite der Hohllinse bezeichnet ist.

Die in der Tabelle angegebenen Hohllinsen zur Deutlichmachung der Netz- und Aderhaut, während zur Ersichtlichmachung von Theilen vor der Retina unter übrigens gleichen Umständen immer schwächere Hohllinsen gewählt werden müssen, dürften sich in der Praxis oft als zu scharf erweisen, so dass man die in der Tabelle angegebenen Werthe von p im Allgemeinen als geringste Grenzwerthe von Brennweiten anzuwendender Hohlgläser betrachten kann.

Bei ungleichen deutlichen Sehweiten zweier Augen ist auch die dioptrische Wirkung einer und derselben Hohllinse bei verschiedenem Abstand derselben von einem oder dem andern Auge ungleich. Liegt die Linse, wie gewöhnlich, dem beobachtenden Auge näher, so muss sie schärfer sein, wenn dieses weitsichtiger als das beobachtete, dagegen schwächer, wenn das beobachtende Auge kurzsichtiger als das beobachtete ist; liegt aber die Linse dem beobachteten Auge näher, so muss sie schärfer sein, wenn das beobachtende Auge kurzsichtiger als das beobachtete, schwächer dagegen, wenn das beobachtende weitsichtiger als das beobachtete ist. Hat z. B. das beobachtende Auge A eine deutliche Sehweite von 20″, das beobachtete B eine deutliche Sehweite von 6″ und die Linse p ist von A $1/2''$ von B $3 1/2''$ entfernt, so muss nach der Tabelle die Brennweite von $p = 2 19/88''$ sein; stellt man aber nun die Linse vor das beobachtete Auge B in eine Entfernung von $1/2''$ und vom beobachtenden Auge A in eine Entfernung von $3 1/2''$, so braucht man eine Linse, deren Brennweite = $4 1/8''$ ist. Auf diese Art kann dem Beobachter seine eigene deutliche Sehweite als Maass der Kurz- oder Weitsichtigkeit eines andern zu untersuchenden Auges dienen; bei simulirter Kurzsichtigkeit z. B. lege er Hohllinsen bald seinem eigenen, bald dem zu untersuchenden Auge näher ein, und ermittle durch Versuche diejenigen, welche ihm die Netzhautgefässe des untersuchten Auges

A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.	A.	B.	p.
5″	5″	$1\frac{1}{8}$″	7″	5″	$1\frac{7}{32}$″	9″	5″	$1\frac{11}{40}$″	11″	5″	$1\frac{5}{16}$″	13″	5″	$1\frac{10}{56}$″	15″	5″	$1\frac{23}{64}$″	17″	5″	$1\frac{9}{24}$″	19″	5″	$1\frac{31}{80}$″
5	6	$1\frac{17}{28}$	7	6	$1\frac{29}{36}$	9	6	$1\frac{41}{44}$	11	6	$2\frac{1}{52}$	13	6	$2\frac{1}{12}$	15	6	$2\frac{9}{68}$	17	6	$2\frac{13}{76}$	19	6	$2\frac{17}{84}$
5	7	$1\frac{31}{32}$	7	7	$2\frac{11}{40}$	9	7	$2\frac{23}{48}$	11	7	$2\frac{5}{8}$	13	7	$2\frac{47}{64}$	15	7	$2\frac{59}{72}$	17	7	$2\frac{71}{80}$	19	7	$2\frac{83}{88}$
5	8	$2\frac{1}{4}$	7	8	$2\frac{29}{44}$	9	8	$2\frac{19}{52}$	11	8	$3\frac{3}{20}$	13	8	$3\frac{21}{68}$	15	8	$3\frac{33}{76}$	17	8	$3\frac{15}{28}$	19	8	$3\frac{57}{92}$
5	9	$2\frac{19}{40}$	7	9	$2\frac{47}{48}$	9	9	$3\frac{19}{56}$	11	9	$3\frac{39}{64}$	13	9	$3\frac{59}{72}$	15	9	$3\frac{79}{80}$	17	9	$4\frac{1}{8}$	19	9	$4\frac{23}{96}$
5	10	$2\frac{29}{44}$	7	10	$3\frac{1}{4}$	9	10	$3\frac{41}{60}$	11	10	$4\frac{1}{68}$	13	10	$4\frac{21}{76}$	15	10	$4\frac{41}{84}$	17	10	$4\frac{61}{92}$	19	10	$4\frac{81}{100}$
5	11	$2\frac{39}{48}$	7	11	$3\frac{27}{56}$	9	11	$3\frac{63}{64}$	11	11	$4\frac{3}{8}$	13	11	$4\frac{11}{16}$	15	11	$4\frac{83}{88}$	17	11	$5\frac{5}{32}$	19	11	$5\frac{35}{104}$
5	12	$2\frac{49}{52}$	7	12	$3\frac{41}{60}$	9	12	$4\frac{1}{4}$	11	12	$4\frac{53}{76}$	13	12	$5\frac{5}{84}$	15	12	$5\frac{33}{92}$	17	12	$5\frac{61}{100}$	19	12	$5\frac{89}{108}$
5	13	$3\frac{3}{56}$	7	13	$3\frac{55}{64}$	9	13	$4\frac{35}{72}$	11	13	$4\frac{79}{80}$	13	13	$5\frac{35}{88}$	15	13	$5\frac{71}{96}$	17	13	$6\frac{3}{104}$	19	13	$6\frac{31}{112}$
5	14	$3\frac{3}{20}$	7	14	$4\frac{1}{68}$	9	14	$4\frac{53}{76}$	11	14	$5\frac{1}{4}$	13	14	$5\frac{65}{92}$	15	14	$6\frac{9}{100}$	17	14	$6\frac{5}{12}$	19	14	$6\frac{81}{116}$
5	15	$3\frac{5}{64}$	7	15	$4\frac{11}{72}$	9	15	$4\frac{71}{80}$	11	15	$5\frac{43}{88}$	13	15	$5\frac{95}{96}$	15	15	$6\frac{43}{104}$	17	15	$6\frac{87}{112}$	19	15	$7\frac{11}{120}$
5	16	$3\frac{21}{68}$	7	16	$4\frac{21}{76}$	9	16	$5\frac{5}{84}$	11	16	$5\frac{65}{92}$	13	16	$6\frac{1}{4}$	15	16	$6\frac{77}{108}$	17	16	$7\frac{13}{116}$	19	16	$7\frac{57}{124}$
5	17	$3\frac{3}{8}$	7	17	$4\frac{31}{80}$	9	17	$5\frac{19}{88}$	11	17	$5\frac{29}{32}$	13	17	$6\frac{51}{104}$	15	17	$6\frac{111}{112}$	17	17	$7\frac{17}{40}$	19	17	$7\frac{103}{128}$
5	18	$3\frac{33}{76}$	7	18	$4\frac{41}{84}$	9	18	$5\frac{33}{92}$	11	18	$6\frac{9}{100}$	13	18	$6\frac{77}{108}$	15	18	$7\frac{1}{4}$	17	18	$7\frac{89}{124}$	19	18	$8\frac{17}{132}$
5	19	$3\frac{39}{80}$	7	19	$4\frac{51}{88}$	9	19	$5\frac{47}{96}$	11	19	$6\frac{27}{104}$	13	19	$6\frac{103}{112}$	15	19	$7\frac{59}{120}$	17	19	$7\frac{127}{128}$	19	19	$8\frac{59}{136}$
5	20	$3\frac{45}{84}$	7	20	$4\frac{61}{92}$	9	20	$5\frac{61}{100}$	11	20	$6\frac{15}{36}$	13	20	$7\frac{13}{116}$	15	20	$7\frac{89}{124}$	17	20	$8\frac{1}{4}$	19	20	$8\frac{101}{140}$
6	5	$1\frac{5}{28}$	8	5	$1\frac{1}{4}$	10	5	$1\frac{13}{44}$	12	5	$1\frac{17}{52}$	14	5	$1\frac{7}{20}$	16	5	$1\frac{25}{68}$	18	5	$1\frac{29}{76}$	20	5	$1\frac{11}{28}$
6	6	$1\frac{23}{32}$	8	6	$1\frac{7}{8}$	10	6	$1\frac{47}{48}$	12	6	$2\frac{3}{56}$	14	6	$2\frac{7}{64}$	16	6	$2\frac{11}{72}$	18	6	$2\frac{3}{16}$	20	6	$2\frac{19}{88}$
6	7	$2\frac{5}{36}$	8	7	$2\frac{17}{44}$	10	7	$2\frac{29}{52}$	12	7	$2\frac{41}{60}$	14	7	$2\frac{53}{68}$	16	7	$2\frac{65}{76}$	18	7	$2\frac{11}{12}$	20	7	$2\frac{89}{92}$
6	8	$2\frac{19}{40}$	8	8	$2\frac{29}{48}$	10	8	$3\frac{3}{56}$	12	8	$3\frac{15}{64}$	14	8	$3\frac{3}{8}$	16	8	$3\frac{39}{80}$	18	8	$3\frac{51}{88}$	20	8	$3\frac{21}{32}$
6	9	$2\frac{3}{4}$	8	9	$3\frac{9}{52}$	10	9	$3\frac{29}{60}$	12	9	$3\frac{49}{68}$	14	9	$3\frac{69}{76}$	16	9	$4\frac{5}{84}$	18	9	$4\frac{17}{92}$	20	9	$4\frac{29}{100}$
6	10	$2\frac{47}{48}$	8	10	$3\frac{27}{56}$	10	10	$3\frac{55}{64}$	12	10	$4\frac{11}{72}$	14	10	$4\frac{31}{80}$	16	10	$4\frac{51}{88}$	18	10	$4\frac{71}{96}$	20	10	$4\frac{7}{8}$
6	11	$3\frac{9}{52}$	8	11	$3\frac{3}{4}$	10	11	$4\frac{13}{68}$	12	11	$4\frac{41}{76}$	14	11	$4\frac{23}{28}$	16	11	$5\frac{5}{92}$	18	11	$5\frac{1}{4}$	20	11	$5\frac{5}{12}$
6	12	$3\frac{19}{56}$	8	12	$3\frac{63}{64}$	10	12	$4\frac{35}{72}$	12	12	$4\frac{71}{80}$	14	12	$5\frac{19}{88}$	16	12	$5\frac{47}{96}$	18	12	$5\frac{75}{104}$	20	12	$5\frac{103}{112}$
6	13	$3\frac{29}{60}$	8	13	$4\frac{13}{68}$	10	13	$4\frac{3}{4}$	12	13	$5\frac{17}{84}$	14	13	$5\frac{53}{92}$	16	13	$5\frac{89}{100}$	18	13	$6\frac{17}{108}$	20	13	$6\frac{45}{116}$
6	14	$3\frac{39}{64}$	8	14	$4\frac{27}{72}$	10	14	$4\frac{79}{80}$	12	14	$5\frac{43}{88}$	14	14	$5\frac{29}{32}$	16	14	$6\frac{27}{104}$	18	14	$6\frac{9}{16}$	20	14	$6\frac{33}{40}$
6	15	$3\frac{49}{68}$	8	15	$4\frac{41}{76}$	10	15	$5\frac{17}{84}$	12	15	$5\frac{3}{4}$	14	15	$6\frac{21}{100}$	16	15	$6\frac{65}{108}$	18	15	$6\frac{109}{116}$	20	15	$7\frac{29}{124}$
6	16	$3\frac{59}{72}$	8	16	$4\frac{11}{16}$	10	16	$5\frac{35}{88}$	12	16	$5\frac{95}{96}$	14	16	$6\frac{51}{104}$	16	16	$6\frac{103}{112}$	18	16	$7\frac{7}{24}$	20	16	$7\frac{79}{128}$
6	17	$3\frac{69}{76}$	8	17	$4\frac{69}{84}$	10	17	$5\frac{53}{92}$	12	17	$6\frac{21}{100}$	14	17	$6\frac{3}{4}$	16	17	$7\frac{25}{116}$	18	17	$7\frac{77}{124}$	20	17	$7\frac{43}{44}$
6	18	$3\frac{79}{80}$	8	18	$4\frac{83}{88}$	10	18	$5\frac{71}{96}$	12	18	$6\frac{43}{104}$	14	18	$6\frac{111}{112}$	16	18	$7\frac{59}{120}$	18	18	$7\frac{119}{128}$	20	18	$8\frac{43}{136}$
6	19	$4\frac{5}{84}$	8	19	$5\frac{5}{92}$	10	19	$5\frac{89}{100}$	12	19	$6\frac{65}{108}$	14	19	$7\frac{25}{116}$	16	19	$7\frac{3}{4}$	18	19	$8\frac{29}{132}$	20	19	$8\frac{89}{140}$
6	20	$4\frac{1}{8}$	8	20	$5\frac{15}{96}$	10	20	$6\frac{3}{104}$	12	20	$6\frac{87}{112}$	14	20	$7\frac{17}{40}$	16	20	$7\frac{127}{128}$	18	20	$8\frac{67}{136}$	20	20	$8\frac{15}{16}$

deutlich zeigen; ist von beiden Linsen jene schärfer, welche er seinem eigenen Auge, als die andre, welche er dem untersuchten Auge näher eingelegt hatte, so ist der Untersuchte kurzsichtiger als der Beobachter, und zwar desto mehr, je mehr die Differenz der Brennweiten beider Linsen beträgt.

Für den Fall, wenn ein Beobachter die für sein Auge passende Hohllinse zur Beobachtung eines Auges genau ermittelt hat, und hierauf dasselbe Auge, wie dies insbesondere beim klinischen Unterricht zu geschehen hat, von mehreren Andern untersucht werden soll, giebt Ryba folgende Regel:

Hat der erste Beobachter die für ihn passende Brennweite der Hohllinse genau bestimmt, so multiplicire er diese Brennweite mit seiner eigenen Sehweite, und dividire dieses Produkt durch die Differenz dieser beiden Grössen. Den aus dieser Division gewonnenen Quotienten multiplicire dann jeder nachfolgende Beobachter mit seiner eigenen Sehweite, und dividire das Produkt durch die Summe desselben Quotienten und seiner eigenen Sehweite, woraus sich die für ihn selbst passende Brennweite der Hohllinse ergiebt.

Den Gebrauch der Hohlgläser bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel empfiehlt Heymann zur Uebung des Accomodationsvermögens, indem man beim Gebrauch eines stärkern Hohlglases, als es zur Correction der Brechungsverhältnisse erforderlich ist, zwar ein um so viel kleineres Bild, als die Differenz zwischen der Linse und dem Grade der mittleren Brechung durch die Medien beträgt, erhält, aber doch dieses kleine Bild ausserordentlich scharf sieht. Allmählig gelingt es dann leicht unter dem Gebrauch immer schwächerer Hohlgläser und immer zunehmender Annäherung bei gleichfalls zunehmender Fernaccomodation das Bild der Netzhaut auch ohne optische Hülfsmittel zu erkennen.

II. Die Untersuchung im reellen, umgekehrten Bilde.

Wie wir oben sahen, besitzen Linsen oder Linsensysteme auch die Eigenschaft, dass sie einen Gegenstand, welcher jenseits des Brennpunktes, aber doch auch nicht zu weit hinaus liegt, im verkehrten und vergrösserten Bilde vor der Linse darstellen, das dann deutlich wahrgenommen werden kann oder wahrnehmbar wird, wenn man es an der Stelle auffängt, in welcher die sämmtlichen Vereinigungspunkte der Strahlenbüschel liegen. Diese Eigenschaft der Linsen lässt sich auch bei Untersuchung der Retina auf das Linsensystem des Auges in Anwendung bringen. Erlangt nämlich die Retina einen hinreichenden Abstand vom Brennpunkt, oder verkürzen wir den Brennpunkt hinlänglich durch optische Hülfsmittel, so dass sich ein Bild derselben in kurzer Entfernung vor dem Auge bildet, und entfernen wir uns von diesem Bild soweit, als unsere deutliche Sehweite

beträgt, so wird uns das Bild der Retina auch deutlich erscheinen. Leuchtende Gegenstände sind für unser Auge in verschiedenen Entfernungen erkennbar, wenn wir dasselbe für diese accomodiren können. Geschieht nun eine solche Accomodation, so entsteht durch die Vereinigung der Lichtstrahlen auf der Retina ein verkehrtes deutliches Bild. Nehmen wir nun umgekehrt die Netzhaut als eine leuchtende Membran an, so werden sich auch die von ihr austretenden Lichtstrahlen an der Stelle zu einem deutlichen Bild vereinigen müssen, für welche das Auge accomodirt ist.

Fragen wir nun nach der Brauchbarkeit eines solchen reellen Bildes für die Untersuchung des Augengrundes, so hängt diese ausser von der Grösse und Helligkeit, welche durch die Entfernung vom Auge bedingt werden, auch noch vorzüglich von der Wahrnehmbarkeit für unser Auge ab, welche aber für das unbewaffnete Auge in der Regel wegen Kleinheit und Dunkelheit des Bildes unmöglich ist. Wir müssen uns desshalb optischer Hülfsmittel bedienen, um das Bild sichtbar zu machen. Denken wir uns, die Netzhaut werde durch eine im Fernpunkt gehaltene Flamme oder Spiegel erleuchtet, und zwar sei die Adaptation des Auges dabei so, dass das umgekehrte Flammenbild gerade auf die Netzhaut zu liegen kommt, so kehren die unter mässiger Convergenz in's Auge gesandten Lichtstrahlen in gleicher Richtung daraus zurück, indem sie dann natürlich divergent verlaufen. Setzt man nun einige Zoll vor dem Auge eine Convexlinse von kurzer Brennweite so vor, dass die vom Auge kommenden Lichtstrahlen durch dieselbe hindurch gehen müssen, so entsteht dadurch ein umgekehrtes Netzhautflammenbild im Focus der Linse, welches, aus der Entfernung des deutlichen Sehens betrachtet, vom beobachtenden Auge deutlich wahrgenommen werden kann. Man muss also sein Auge bei dieser Art der Untersuchung auf den Focalpunkt der vor das Auge gehaltenen Convexlinse richten, und erkennt dann das in der Luft schwebende verkehrte Bild der Netzhaut. Da nun mit der Entfernung des entstehenden Bildes von dem Auge und mit der Grösse desselben auch die Undeutlichkeit des Bildes wächst; so ist es im Allgemeinen vortheilhaft, sich mit einer geringeren Vergrösserung zu begnügen und Convexgläser von 2, 2½, 3, 3½, 4 Zoll Brennweite anzuwenden, wiewohl Gläser von so starker Brechung den Uebelstand haben, dass ihr Focus sehr klein und eng ist und desshalb bei der geringsten Bewegung aus dem Auge verloren wird, und dass mit der Stärke der Linse auch die Lichtintensität für das beobachtete Auge zunimmt. Bei der Gebrauchsanweisung der einzelnen Spiegel ist schon oben angegeben, welche Nummern von Convexgläsern bei jedem einzelnen Spiegel am besten verwendbar seien.

Bei dieser Untersuchungsweise kann der kurzsichtige Beobachter aus grösserer Nähe als ein weitsichtiger untersuchen, für den es desshalb

vortheilhaft sein wird, sein Auge durch Vorsetzen schwacher Convexgläser für ein nahes Bild accomodationsfähig zu machen. Ist das zu untersuchende Auge nicht mit Sehvermögen begabt, so wird sich nur durch Versuche ermitteln lassen, ob die Retina ohne oder mit welchen Gläsern sie sichtbar sein werde.

Man kann das umgekehrte Bild auch noch durch Vorsetzen einer zweiten Convexlinse vergrössern. Indem nämlich die Strahlen des umgekehrten Bildes in schwach divergenter Richtung zu uns kommen, so werden sie durch ein zweites Convexglas convergent gemacht und darum von unserm Auge so gedeutet, als ob sie aus der Verlängerung dieser convergenten Strahlen kämen und in einer Entfernung entsprängen, welche dem beobachteten Auge weit näher liegt und welche durch die Kreuzung der äussersten peripherischen Strahlenbündel bestimmt ist.

Was die Aufstellung der nöthigen Gläser betrifft, so ist, wenn nicht das benutzte Instrument schon mit den nöthigen Apparaten dazu versehen ist, wohl am meisten zu empfehlen, sich an die freie Haltung der Linse mit der das Instrument nicht führenden Hand zu gewöhnen, da das Vorsetzen derselben mittelst eines Brillengestelles vor das zu untersuchende Auge immer nicht die nöthige Sicherheit und Genauigkeit der Einstellung gestattet, diese aber noch weniger erreicht wird, wenn man den Kranken das betreffende Glas an einem Stäbchen selbst halten lässt.

Die durch die vorgesetzten Gläser entstehenden und die Beobachtung störenden Reflexbilder kann man durch Schiefstellung derselben verringern oder ganz beseitigen. Um beim Gebrauch beweglicher Spiegel den Kranken nicht durch Hin- nnd Herschwanken des Spiegels zu blenden, gebe man der Hand durch Auflegen des kleinen Fingers auf die Wange des Kranken einen Stützpunkt, oder gewöhne sich, was für den Kranken angenehmer ist, den Spiegel durch Anlegen an den Supraorbitalrand des untersuchenden Auges zu fixiren.

Da wir durch die Untersuchung im umgekehrten Bilde einen Gesammtüberblick über die Netzhaut erhalten, was besonders zur Bestimmung der Farbentöne des sogenannten Augengrundes von Wichtigkeit ist, die Untersuchung im aufrechten Bilde aber uns gestattet, einzelne Gegenstände möglichst gross und deutlich zu sehen, so ergiebt sich von selbst die Regel, bei jeder genaueren Untersuchung beide Methoden nach einander anzuwenden, nie aber dehne man eine Untersuchung zu lange aus und wiederhole dieselbe lieber öfter, als dass man das kranke Auge durch die lange Dauer der Untersuchung allzusehr anstrengt.

III. Die Untersuchung im auf- und durchfallenden Licht.

Die bis jetzt angegebenen Untersuchungs-Methoden bezogen sich nur auf das innere Auge im engern Sinne, d. h. auf die Untersuchung der Netz- und Aderhaut oder des sogenannten Augengrundes; für die Untersuchung der weiter nach vorn gelegenen Theile aber, für die Iris und brechenden Medien, müssen wir eine andere Art der Untersuchung einschlagen und zwar die im auffallenden oder durchfallenden Licht.

Bei der Untersuchung im auffallenden Licht, wobei man das Bild der Flamme direkt auf den zu untersuchenden Gegenstand richtet, kann man Veränderungen der Cornea, Iris und Linse leichter entdecken und ihre Struktur schärfer erkennen, als dies bei der Untersuchung mit der Loupe im Tageslicht der Fall ist. Eine besondere Art der Untersuchung im auffallenden Licht ist die schiefe oder seitliche Beleuchtung, die wir schon oben kennen gelernt haben, die aber bis jetzt leider noch nicht die allgemeine Anwendung gefunden hat, die sie verdient. Vorwaltend bedient man sich jedoch zur Untersuchung dieser Theile des durchfallenden Lichtes, wobei man das Flammenbild hinter den zu untersuchenden Theil auf die Retina fallen lässt.

Die grössten Vortheile gewährt die Möglichkeit dieser doppelten Beleuchtungsweise bei der Untersuchung des Glaskörpers, dessen Trübungen durchaus falsch beurtheilt werden, wenn man nur eine der beiden Untersuchungsarten anstellt; es erscheinen nämlich die Trübungen sobald sie solider Natur sind, bei durchfallendem Licht betrachtet, stets schwarz, während sie bei auffallendem Licht sehr verschiedene Färbungen zeigen und man dabei zugleich Einsicht über Unebenheiten und andere Eigenschaften ihrer Oberfläche erhält.

Am Augengrund, bei dem im eigentlichen Sinne von durchfallendem Licht nicht die Rede sein kann, kommen die zweierlei Arten der Beleuchtung in der Art zur Darstellung, dass in einem Fall das Bild der Lichtflamme gerade auf dem Grund entworfen wird, im andern aber vor oder hinter denselben zu liegen kommt und derselbe daher von mehr weniger grossen Zerstreuungskreisen getroffen wird. Im erstern Fall erscheint nur eine der umgekehrten Lichtflamme entsprechende kleine Stelle hell erleuchtet, im letztern aber eine gleichmässige Erleuchtung des ganzen Augengrundes; daher ist letztere Art besonders zur Gewinnung einer Uebersicht, erstere zur genaueren Durchforschung der einzelnen Theile vorzüglich geeignet.

Die für den Gebrauch der einzelnen Instrumente nöthigen Vorschriften bei der Untersuchung der Cornea, Iris und brechenden Medien sind schon in der ersten Abtheilung bei Beschreibung der einzelnen Formen angegeben, wo auch das Nöthige über die Untersuchung des Auges unter Wasser gesagt wurde.

Dritter Abschnitt.

Die Augenspiegelbefunde am gesunden Auge.

Wir begnügen uns, ohne auf weitläufige physiologische Erörterungen uns einzulassen, mit der Angabe dessen, was man in einem gesunden Auge sehen kann und soll und werden bei der Beschreibung desselben die Reihenfolge einhalten, in der wir oben die Untersuchung des Auges vorzunehmen empfahlen.

I. Die Papilla nervi optici.

Um dieselbe leicht zu finden, erinnere man sich daran, dass die verlängerte Axe des Sehnerven die Hornhaut nicht in ihrer Mitte, sondern im äussern Drittheil trifft und lasse daher das zu untersuchende Auge nach Innen und etwas nach Oben sehen. Findet man die leuchtende Scheibe der Papille nicht sofort, sondern sieht einzelne dunkle Gefässe über den rothen Augengrund verlaufen, so verfolge man eines derselben in der Richtung seines Dickerwerdens, wodurch man gleichfalls zur Papille geleitet wird.

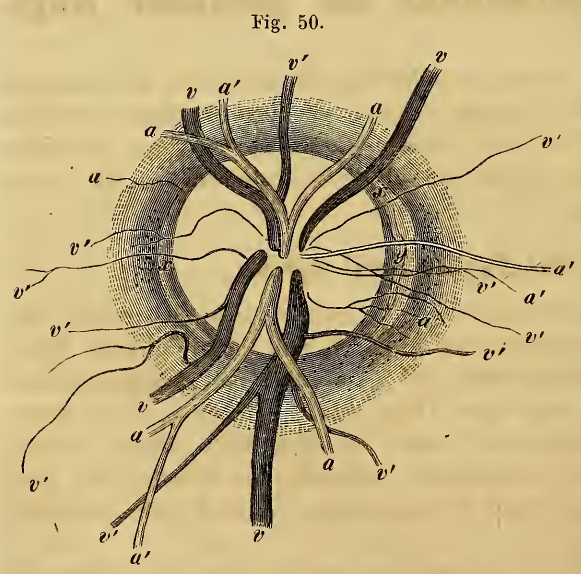
Die Eintrittsstelle des Sehnerven erscheint im normalen Zustand in Bezug auf Form und Farbe sehr verschieden. Was zunächst die Form betrifft, so ist sie in den meisten Fällen rund, doch selten kreisrund, häufig in senkrechter Richtung verlängert, oval, eckig bei fast allen convergent Schielenden, nie queroval. In vielen Fällen sieht man mit dem Augenspiegel einen dunklen Ring um den Sehnerveneintritt, welcher von einer Pigmentanhäufung in der Chorioidea in der unmittelbaren Umgebung des Sehnerven abhängt und demnach keine pathologische Bedeutung hat. An der Stelle wo die Lamina cribrosa aufgehört hat, der Sehnerv also dünner geworden ist, lässt auch die Chorioidea nur eine engere Oeffnung übrig und greift gewissermassen über den Sehnerven hinüber; desshalb sieht man nicht selten mit dem Augenspiegel eine doppelte Begrenzung (x) des Sehnerven, zwischen welchen beiden

Grenzen er noch von der Chorioidea bedeckt wird und in denen Donders bisweilen noch ein Chorioidealgefäss (y) sah.

Was die Begrenzung des Sehnerven betrifft, so sind die von Liebreich eingeführten Bezeichnungen folgende: Unter der Chorioidealgrenze versteht derselbe die mehr oder weniger dunkle Linie, durch die sich der freie Rand des Chorioidealloches markirt; unter der Scleralgrenze den hellen Bügel oder Ring, der, von der Umbiegungsstelle der Sclera in die Sehnervenscheide gebildet, zwischen der Chorioidealgrenze und jener feinen, graulichen Linie erscheint, mit der sich die Nervensubstanz an der schmalsten Stelle des Sehnerven gegen die Scheide absetzt, und die derselbe daher die eigentliche Nervengrenze nennt.

Die Farbe ist entweder weiss, gelblich, röthlich, oder mehr bläulich, in's Graue oder Grünliche spielend. Die von Vielen angegebene glänzend weisse Färbung (sehniger Glanz nach Coccius), findet sich im gesunden Auge nicht, wohl aber, wie wir später zeigen werden, bei manchen krankhaften Zuständen. Von Einfluss auf die verschiedene Färbung erscheint das Alter des Individuums, die Art der Gefässvertheilung auf der Papille, die Beleuchtung und die Färbung des umgebenden Augengrundes. Bei pigmentreichen Augen nämlich sticht die leuchtende Scheibe des Sehnerveneintritts, von Desmarres mit dem Mond am Himmel in einer schönen Sommernacht verglichen, stärker gegen die umgebenden Theile ab, und ist bisweilen mit einem Rand dunkeln, körnigen Pigmentes umgeben, der in manchen Fällen die Gestalt eines dunkeln Ringes annehmen kann; in weniger pigmentreichen Augen ist auch die Papille weniger leuchtend, nicht so scharf begrenzt und mehr röthlich gefärbt.

Fig. 50.



Ausbreitung der Gefässe auf der Papilla n. optici und in ihrer Nähe, bei einem linken Auge mit dem Augenspiegel gesehen, nach Donders.
a Arterien, v Venen, x doppelte Begrenzung der Papille, y Chorioidealgefäss.

Die Grösse der Papille ist gleichfalls bei verschiedenen Personen verschieden, aber nur in gewissen seltnen Fällen wird eine Grössendiffe-

renz in beiden Augen ein und derselben Person vorkommen. Im Cadaver ungefähr eine Linie im Durchmesser haltend, erscheint sie bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel, durch die brechenden Medien vergrössert, ausserdem auch nach dem Sehvermögen der betreffenden Individuen verschieden gross. Betrachtet man nämlich die Papille Normalsichtiger mit einer Biconvexlinse Nr. 2 im umgekehrten Bild, so erscheint sie ungefähr drei Linien gross; untersucht man nun Kurzsichtige ohne Anwendung einer Convexlinse und bei nicht künstlich erweiterter Pupille, so erfüllt die Papille die ganze Fläche des Pupillarfeldes und erscheint bei hierauf erfolgender Anwendung eines Convexglases kleiner als in allen andern Fällen, während bei Presbyopischen das Gegentheil stattfindet, indem bei diesen die Papille durch ein Convexglas betrachtet, grösser erscheint. Es ergiebt sich hieraus die Regel, dass man das umgekehrte Bild mit einem um so schwächeren Convexglase untersuchen müsse, je ausgesprochener die Kurzsichtigkeit ist, umgekehrt hingegen bei Presbyopen.

Da die Dimensionen und die Form der Papille verändert erscheinen können, wenn man sich einer andern Linse bedient und schon dann, wenn man nur dieselbe Linse in ihrer Stellung ändert, so giebt Desmarres, um den möglicherweise daraus entspringenden Irrthümern zu entgehen und annäherungsweise ein Urtheil über die Grösse der Papille bei verschiedenen Individuen zu erhalten, den Rath, sich immer derselben Nummer zu bedienen und sobald man den Augengrund und die Papille beobachtet hat, die Linse nach allen Richtungen hin zu bewegen, um den Einfluss kennen zu lernen, welchen die veränderte Stellung des Instruments auf die beobachteten Formen und Dimensionen habe.

Eine mit der Anatomie in Widerspruch stehende Erscheinung ist, dass die Papille in der Norm etwas gewölbt erscheint; es rührt dies, ganz unabhängig von der Form der Papille, von einer zufälligen Combination von Licht und Schatten her. Am Sehnervenquerschnitt erscheint ferner das Flammenbild ohne scharfe Umrisse, verschwimmend, was Helmholtz von der durchscheinenden Beschaffenheit der Sehnervenmasse ableitet, während Coccius auch noch der Unregelmässigkeit der Oberfläche einigen Antheil zuschreibt.

Aus der weissen Fläche des Sehnervenquerschnitts treten die Gefässe — (Arteria und Vena centralis retinae) — in der Mehrzahl der Fälle peripherisch, etwas nach innen, höchst selten nach aussen, in andern Fällen central hervor und verbreiten sich ähnlich den Speichen eines Rades über den Augengrund. Die grossen Aeste sind ihrer Form, Zahl und Stärke nach vielfachen Abweichungen unterworfen; der Normalzustand scheint zu sein: eine Arterie und zwei Venen nach unten und oben gehend; bald haben Arterie und Vene dieselbe Eintrittstelle, bald verschiedene, bald jedes Gefäss eine besondere; häufig sieht man die

Arterien nach Aussen von der Vene eintreten, bald die Arterie in ihrem weitern Verlauf die Vene, bald diese jene kreuzend. Was die Grösse anbelangt, so kann man im Allgemeinen sagen, dass bei kleinem Durchmesser der Sehnervenscheibe auch die Gefässe von geringem Durchmesser sind.

Die Arterien sind dünner und von hellerer rother Farbe als die Venen und zeigen einen mehr gestreckten Verlauf von ihrem Austrittspunkt bis zur Peripherie der Papille; ihr Durchmesser beträgt ungefähr $^1/_{40}$—$^1/_{20}$ Linien. Die Venen sind dicker, von mehr braunrother Farbe und haben einen mehr geschlängelten Verlauf. In ihrem Verlauf über die Fläche des Sehnerven geben beide, Arterien und Venen, für gewöhnlich keine, selten wenige Aeste ab; an der Peripherie fangen sie an, sich dichotomisch zu vertheilen und ziehen ohne die geringste Abweichung in ihrem Verlauf zu zeigen, auf der Chorioidea sich scharf abzeichnend, über die Concavität derselben hin, ohne jedoch die Macula lutea zu treffen, auf welcher bis jetzt im Normalzustand noch kein grösseres Gefäss beobachtet worden ist. Die Netzhautgefässe, deren Gefässwände durchsichtig und mit der Retina und Hyaloidea in inniger Verbindung sind, erscheinen um so schärfer, je mehr Lichtstrahlen von den tiefern Membranen zurückkehren, daher besonders schön bei blonden Individuen, woraus ferner folgt, dass man sie am besten im durchfallenden Licht untersucht.

Wir erwähnen noch, dass Liebreich an den die Chorioidea durchziehenden Netzhautgefässen bei jugendlichen, blonden Individuen feine, hellglänzende Streifen beobachtet hat, die bei kleinen Drehungen des Spiegels von einer Seite der Gefässe zur andern übersprangen und immer nur an der Stelle sichtbar wurden, auf die gerade das hellste Licht fiel, und dass die von Helmholtz angegebene doppelte Contourirung der Arterienwände, wie van Trigt gezeigt hat, in Wirklichkeit nicht existirt.

Die Pulsation der Centralgefässe, zuerst von Coccius beobachtet, dann von van Trigt erwähnt, von Ed. Jäger, v. Gräfe und Donders genauer studirt, wird wahrnehmbar als Venen- und Arterienpuls.

Der Venenpuls findet sich unter normalen Verhältnissen in allen Augen, jedoch dem Grad und der Ausdehnung nach verschieden; am stärksten an der am meisten abgeflachten, scheinbar spitz zulaufenden Vene. Immer und leicht wird er durch Druck mittelst des an die äussere Seite des Bulbus angelegten Fingers hervorgerufen und zwar sieht man bei kurzen, drückenden Stössen die Venen auf der Papille sich jedesmal verengern und beim Nachlassen des Druckes sich wieder erweitern; bei sanftem, anhaltendem Druck tritt die pulsirende Bewegung deutlich hervor, bei stetig zunehmendem Druck sieht man die Venen sich stetig verengern, bis beim stärksten Druck jede Blutbewegung aufhört. Hat

man längere Zeit einen mässigen Druck ausgeübt, so sicht man bei dessen plötzlichem Nachlassen plötzlich cine starke Anschwellung der Venen, welche allmählig wieder abnimmt und nach ungefähr ciner Minute nicht mehr zu bemerken ist. Eine Anschwellung der Venen beobachtet man auch bei starkem Ausathmungsdruck, während sie bei starkem Einathmungsdruck lecrer werden.

Der Venenpuls characterisirt sich: durch eine sehr rasche, vom Centrum gegen die Peripherie fortschreitende Verengerung des in der Ebene des Sehnervenquerschnitts verlaufenden Theils der Vene zur Zeit der Systole des Herzens und durch die in der entgegengesetzten Richtung eintretende Erweiterung desselben zur Zeit der Diastole des Herzens.

Die Verengerung der Vene, wobei sich ihr Volumen um $^1/_4$—$^1/_3$ des Querdurchmessers vermindert, geschieht rasch, die Erweiterung langsam und der Ruhepunkt erscheint zur Zeit der grössten Ausdehnung. Die Pulsation ist nicht stetig, sondern dauert oft 3—5 Minuten andauernd fort, um dann bisweilen bis auf 15 Minuten ganz zu verschwinden. In Bezug auf Lage und Verlauf der Vene unterscheidet Jäger zwei Arten der Verengerung, und zwar tritt bei der ersten Art die Bewegung parallel der Papille auf, es bewegt sich dabei die äussere, gekrümmte Venenwand fortschreitend, während die innere, kürzere ruhig bleibt, bei der zweiten Art tritt die Bewegung parallel der Sehnervenaxe auf und wird als Höher- und Platterwerden der Vene wahrgenommen.

Als eine an der Vene wahrnehmbare Erscheinung, betrachtet Jäger noch die Blutstauung. Dieselbe erscheint stets nur unmittelbar innerhalb der knieförmigen Beugung an der Austrittsstelle einer Vene aus dem Centrum des Sehnerven und giebt sich als ein sich hin- und herbewegender Blutkegel zu erkennen, wobei die ihn umschliessende Vene bedeutend über das normale Volumen angeschwollen und dunkler gefärbt erscheint, als dies beim gewöhnlichen Venenpuls der Fall ist; die Anschwellung fällt mit der Diastole, die Abschwellung mit der Systole der Arterien zusammen.

Der Arterienpuls lässt sich am gesunden Auge nur künstlich durch Compression hervorrufen und zwar durch stetig zunehmenden Druck; bei sehr starkem Druck erscheint er in Form einer schnellenden Bewegung, welche sich über sämmtliche Hauptäste der Arterien und bisweilen über die optische Grenze der Papille ausdehnt; beim stärksten Druck verschwindet er ganz.

Der Arterienpuls characterisirt sich: durch eine gleichförmige, stossweise Erweiterung des in der Ebene des Sehnervenquerschnitts verlaufenden Theiles der Arterie zur Zeit der Systole des Herzens.

Es ist dabei keine Krümmung des Gefässes zu bemerken, sondern nur eine gleichzeitige, den ganzen pulsirenden Gefässtheil treffende plötzliche Erweiterung um ungefähr 1/3 des Querdurchmessers. Die Erweiterung geschieht rasch, die Verengerung langsam, der Ruhepunkt erscheint zur Zeit der grössten Erweiterung der Arterie. Die Vene ist dabei, soweit sie im Opticus liegt, entweder ganz comprimirt, oder man bemerkt an dem Grenztheil derselben noch eine Spur des Venenpulses, wobei natürlich die Füllungen der Arterie dem Collapse der Venen entsprechen.

Der Sehnerveneintritt und seine Gefässe bei Thieren wurde von van Trigt beobachtet und zeigt manches Eigenthümliche, so dass es nach demselben möglich ist, oft schon aus dem blossen Anblick der Gefässverzweigung auf der Papille die Species zu bestimmen, zu welcher das Thier gehört. Das Tapetum erscheint nach van Trigt als grünliches, metallisch-glänzendes Feld mit azurnen und goldfarbigen Flecken und Wolken besäet, das mit verschiedenen Nuançen von Blau und Purpur in die dunkel pigmentirte Chorioidea übergeht, die im Leben braunroth erscheint.

„Am untersten Rande dieser stark reflectirenden Fläche sieht man die Eintrittsstelle des Gesichtsnerven als eine eigenthümlich leuchtende Scheibe, hellgelb von Farbe und mit einem purpurnen Pigmentrand umgeben. Bei Hund und Katze findet sich in der Mitte ausserdem ein Grübchen, welches bei der Katze wieder von mehreren kleinern umgeben ist. Aus dem Gesichtsnerven entspringen die Zweige der Art. centralis, die bei der Katze an der Peripherie entspringen und sich dann nach Aussen umbiegen, so dass sie den Sehnerven wie ein Strahlenkranz umgeben. . . .

„Beim Hunde sieht man viele kleine Schlagadern aus der Peripherie des Gesichtsnerven zum Vorschein kommen und einige grössere Venenzweige, auf dem Gesichtsnerven durch Anastomose zu einem bisweilen vollkommenen Ringe verbunden, mehr nach der Mitte in die Tiefe des Nerven dringen. Sehr schön und scharf zeigen sich die dunkelrothen Gefässe auf dem goldgrünen Grunde, so dass man die kleinsten Einzelheiten und unter günstigen Umständen selbst die Haargefässe wahrnimmt. Bei Hunden und Katzen schimmern an den Stellen der Chorioidea, welche das Tapetum nicht bedeckt, die Chorioidealgefässe aus der Tiefe durch. . . .

„Bei gewöhnlichen Kaninchen, welche kein Tapetum haben, und deren Auge reich an Pigment ist, wird das Gesichtsfeld viel weniger stark erleuchtet. Man sieht hier an der Oberfläche die weisse, wie phosphorartig leuchtende Eintrittsstelle des Sehnerven, der nach Rechts und Links ein Bündel weisser, stark reflectirender Fasern ausschickt, die anfänglich dicht aufeinander liegend, nach der Peripherie hin mehr auseinander weichen und dann gegen das darunter liegende dunkelbraune

Pigment stark abstechen. Die Arteriae centrales, die man sehr weit aus der Tiefe des Sehnerven nach vorn dringen sieht, theilen sich ebenso in zwei Bündel, welche die genannten Fasern begleiten und bisweilen stark umeinander gewickelt, über diese hinlaufen.

„Bei weissen Kaninchen, bei welchen von den Chorioidealgefässen und der Sclerotica viel Licht reflectirt wird und viel Licht auch durch die Sclerotica von Aussen hereindringt, fallen die Chorioidealgefässe am deutlichsten ins Auge. Wenn man gerade von Vorn nach Hinten sieht, erscheinen sie als dicht aufeinander gedrängte lichtrothe, nur wenig verzweigte Stämmchen, die auf der mattweissen Sclera von der Peripherie nach der Mitte hin verlaufen. Sieht man ganz von der Seite ins Auge, so erkennt man an der von einem Punkte ausstrahlenden Richtung, dass es Vasa vorticosa sind. Hier und da kommt zwischen ihnen ein mattgrauer Flecken (nach Liebreich der Durchtrittspunkt der Chorioidealgefässe durch die Sclerotica) vor. . . .

„Bei einer Eule erschien nach Einträuflung von Atropin der ganze Augengrund blassgrün, mässig stark reflectirend, und über ihn verliefen dicht verwebt und gelblichroth feine Gefässchen in unregelmässiger Vertheilung. Am meisten ins Auge fallend war der dem Vogelauge eigenthümliche Kamm, der als eine wellenförmig bewegte Erhabenheit erschien. Dies räthselhafte, mit dunklem Pigment bedeckte Organ schien sich von der Tiefe aus bis gegen die Linse hin zu erstrecken und bei günstiger Beleuchtung auch feine, durchscheinende Blutgefässe zu besitzen. Von der Eintrittsstelle des Sehnerven war nur ein kleiner, mattweisser und scharf begrenzter Theil hinter dem Rande des Kammes sichtbar; Gefässe waren nicht wahrzunehmen.“ (Vgl. van Trigt's Dissertation, übersetzt von Schauenburg, pag. 40—42).

Einen Venenpuls beobachtete v. Trigt im Auge des Hundes in der Art, dass alle Verbindungszweige, die, wie schon oben erwähnt, einen mehr weniger vollständigen Ring bilden, von Zeit zu Zeit plötzlich blass und gänzlich unsichtbar wurden, ohne dass diese Erscheinung mit einer Bewegung des Bulbus oder irgend einer nachweisbaren Kraftanstrengung in Verbindung gestanden hätte.

Im Auge des Ochsen fand H. Müller einen weisslichen, zapfenartigen Vorsprung, der an der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Glaskörper hineinragt und von dem sich eine fadenförmige Verlängerung bis weit nach vorn, gegen die Linse hin, verfolgen lässt; nach M. ein Rest der durch den canalis hyaloideus verlaufenden arteria capsularis. Bei der ophthalmoscopischen Untersuchung erscheint derselbe als ein mehr oder weniger weisser Fleck, den man auch noch an herausgeschnittenen Augen leicht wahrnimmt.

II. Die Retina und Macula lutea.

Dass die Netzhaut auf die Farbe des Augengrundes von Einfluss sei, ist seit den ausgezeichneten Untersuchungen des Prof. Coccius allgemein anerkannt. Derselbe zeigte, dass die Retina nicht durchsichtig, sondern nur in hohem Grade durchscheinend sei und lehrte die verschiedenen Verhältnisse kennen, unter denen dieselbe wahrnehmbar wird. Zunächst ist auf die Wahrnehmbarkeit der Retina der Pigmentgehalt der Chorioidea von Einfluss; je geringer der Pigmentgehalt der Chorioidea ist, desto röther erscheint der Augengrund und die Netzhaut tritt weniger hervor; sie dämpft zwar noch die darunterliegenden Farben, sind dieselben jedoch hell und lebhaft, so wird die Dämpfung nicht sehr auffällig. Je reicher aber die Chorioidea an Pigment ist, desto mehr tritt die Netzhaut als lichtgraue Membran hervor; am deutlichsten erscheint sie bei dunkelpigmentirten Individuen als ein über dem dunkelbraunrothen Grunde schwebender leichter blauer Hauch. Um sich dies an einem Beispiel klar zu machen, sagt Coccius: „Legt man befeuchtetes Seidenpapier auf rothen und braunen Grund nebeneinander, so tritt die unvollkommene Durchsichtigkeit desselben auf letzterem mehr hervor als auf ersterem." Von fernerem Einfluss auf den Durchsichtigkeitsgrad der Netzhaut hält Coccius auch die durch Alter und Constitution bedingte Verschiedenheit in der Consistenz der Netzhaut und seine Untersuchungen ergaben das Resultat, dass die Netzhaut bei zarten und jungen braunäugigen Individuen durchsichtiger ist als bei robusten und älteren mit derselben Irisfarbe. Weiter sind bei dem Urtheil über das Aussehen der Netzhaut optische Verhältnisse nicht zu übersehen; je heller die Beleuchtung ist, um so mehr tritt die Netzhaut in ihrer Farbe als nicht völlig durchsichtige Membran hervor, besonders bei pigmentreichen Augen; doch ist sie auch bei weniger pigmentreichen noch (im umgekehrten Bilde) durch helle, feine Streifen bemerkbar, die vom Sehnerven aus radienartig nach der Peripherie zu verlaufen, hier undeutlicher werden, aber besonders deutlich an Stellen hervortreten, wo Retinalgefässe ihnen als Hintergrund dienen. Endlich ist noch zu bemerken, dass die Netzhaut in der Peripherie durchsichtiger ist als in der Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven, weil die Faserschicht in der letzteren dichter ist.

Die Gefässe der Netzhaut sind nur die Fortsetzung der aus der Papille tretenden; sie nehmen nach der Peripherie zu, immer mehr an Grösse ab, zeigen leichte Krümmungen und wenig zahlreiche unter einander anastomosirende Verzweigungen; wegen ihres geringen Calibers lässt sich eine Pulsation an ihnen nur in seltenen Fällen (s. oben) wahrnehmen.

Die Macula lutea.

Um dieselbe zu sehen, muss man einen ebenen Spiegel anwenden, hinter welchen man eine Concavlinse anlegt (Helmholtz', Coccius',

Epkens-Donders Instrument); als Gesichtsobject benutzt man eine Lichtflamme (oder das Mikrometer an Donders Instrument). Das beobachtete Auge sieht das gewählte Object im Spiegelbilde; man lasse nun das Auge sich für dasselbe accomodirên und einen bestimmten Punkt des Objects fixiren. Der Beobachter erblickt dann ein ganz scharf gezeichnetes umgekehrtes Bild des Objectes auf der Netzhaut des beobachteten Auges und an der direct fixirten Stelle den Reflex der Netzhautgrube. Sollte dieser zu schwach sein, um von Anfang an wahrgenommen zu werden, so geschieht dies leichter, wenn man das beobachtete Auge bald auf diesen bald auf jenen Theil des Objectes blicken lässt, indem dann dem entsprechend der kleine Reflex auf dem Netzhautbilde umherwandelt. Coccius empfiehlt auch noch als Anhalt zur leichtern Auffindung des Netzhautgrübchenreflexes den vordersten Augen- (schmalen Hornhaut-) reflex zu benutzen, von welchem der hintere Reflex nach innen oder aussen wenig entfernt erscheint.

Die Macula lutea liegt fast um den doppelten Durchmesser des Sehnervenquerschnittes von diesem nach Aussen entfernt und unterscheidet sich im Allgemeinen in nichts von der übrigen Netzhaut. Wie schon bemerkt, finden sich an dieser Stelle durchaus keine grösseren Gefässvereinigungen; daher und von einer stärkeren Pigmentablagerung im Epithel und Stroma der Chorioidea mag es wohl kommen, dass bei schwacher Beleuchtung die Gegend der Macula lutea etwas dunkler erscheint und man um das reflectirende Netzhautgrübchen einen ringförmigen dunklen Hof bemerkt.

Das reflectirende Netzhautgrübchen, von Donders als die Stelle des directen Sehens bezeichnet, erscheint nach Helmholtz als ein kleines, lichtes Fleckchen von querovaler Form, nach Coccius meist als ein Halbmond, bisweilen als ein kleiner Stern, in einigen seltnen Fällen als kleine, rüsselförmige Erhebung; nach Liebreich als ein kleines helles Pünktchen, oder als ein Kreis, oder als ein seinen Ort in der Bahn eines Kreises wechselndes Häkchen, in einem Fall als förmlicher Lichtbüschel, der bei Anwendung verschiedener Reflectoren mit verschiedenem Glanze erschien.

III. Die Chorioidea.

Bei der Betrachtung des Augenhintergrundes mit dem Augenspiegel tritt zuerst als auffallendste Erscheinung die rothe Farbe desselben entgegen, welche man als Resultat der Reflexion des rothen Lichtes von dem Gefässsystem der Retina und Chorioidea und besonders des auf der innern Seite derselben liegenden zahlreichen Haargefässsystemes betrachten muss.

Die rothe Farbe des Augengrundes erscheint jedoch nicht immer gleich, sondern bietet in Zeichnung, Farbe und Helligkeit die grössten

Verschiedenheiten, als deren Ursache die Beleuchtungsweise, das Alter des betreffenden Individuums, der Durchsichtigkeitsgrad der Retina, vor Allem aber der Pigmentgehalt des Auges anzusehen sind. Was den Einfluss der Beleuchtungsweise betrifft, so wird es genügen zu bemerken, dass man bei starker Beleuchtung, vorausgesetzt, dass die Pigmentschicht nicht den höchsten Grad der Entwickelung zeigt, keinen auffallenden Unterschied in der Helligkeit des Augengrundes wahrnimmt, während dieselbe bei schwacher Beleuchtung von der Eintrittsstelle des Sehnerven nach den Rändern der Netzhaut hin allmählig schwächer wird. Der Einfluss des Alters zeigt sich darin, dass im Allgemeinen unter übrigens gleichen Umständen die rothe Farbe bei jugendlichen und zarten Individuen lebhafter als bei älteren robusten ist. Den Einfluss der Netzhaut haben wir schon kennen gelernt und es bleibt uns noch übrig den des Pigmentgehaltes des Auges, als den wichtigsten, näher zu betrachten.

Der gewöhnlichste Fall ist der, dass die Pigmentschicht keinen so dichten, braunen Beleg bildet, dass sie die Vasa vorticosa und mit ihnen die geringe Menge des aus der Tiefe reflectirten Lichtes ganz zu verdecken im Stande wäre, sie mischt vielmehr der rothen Farbe der darunterliegenden Gefässe ein helles Graugelb bis Kaffeebraun zu und giebt in Verbindung mit den feinmaschigen Capillaren dem Augengrund das eigenthümliche gekörnte Ansehen, das besonders bei starker Vergrösserung im aufrechtem Bilde hervortritt.

In mehr oder weniger hellem Roth erscheint der Augengrund, wenn das Pigment mehr zwischen als auf den Gefässen liegt, indem dann auch, wenn auch nur in geringerem Maasse, vom Capillarnetz rothe Strahlen reflectirt werden.

Im hellsten Roth erscheint der Augengrund, wenn, wie dies bei blonden Individuen der Fall ist, die Pigmentablagerung sehr gering ist. Man sieht dann „in der Umgegend der Macula lutea die feinen Ciliararterien eintreten, in stark geschlängeltem Verlauf sich verästeln und zum Theil in die mehr gestreckt verlaufenden Vasa vorticosa übergehen; diese kann man dann deutlich verfolgen, wie sie sich zu immer grössern Aesten vereinigen, bis sie endlich in je einem dunklen Stamm in der Aequatorialebene des Bulbus wie abgeschnitten verschwinden; nach derselben Stelle zu, convergiren dann auch die von vorn herkommenden, meist feineren, zu demselben vortex gehörigen Venen“. An ihrem Verlauf lassen sich in seltnen Fällen und mit grosser Mühe auch die vor den Venen vorbeiziehenden vordern Aeste der Ciliararterien erkennen.

Im Gegensatz zu diesem hellsten Roth findet man eine vorherrschend braune Färbung des Augengrundes, wobei sich von den Chorioidealvenen keine Andeutung findet, bei ganz besonders dunkler Pigmentschicht, wie sie bisweilen bei Individuen mit tief schwarzen Haaren vorkommt. Die Vasa vorticosa deutlich, aber die Maschen des von ihnen gebildeten

Netzes mit mehr oder weniger dunklen, grauen, zuweilen ins Violette spielenden Flecken ausgefüllt, sieht man fast constant bei brünetten Personen mit blauer, häufig auch bei solchen mit brauner Iris.

Was die Wahrnehmung der Membrana choriocapillaris (Eschrichti s. Membran. Ruyschiana) am Lebenden betrifft, so lässt sie sich nach Liebreich nur durch den äusserst geringen Einfluss erkennen, den sie auf die Farbe des Augengrundes ausübt, indem sie der intensiv rothen Farbe der hinter ihr gelegenen Theile ein äusserst blasses Orange beimengt. Die Einzelheiten des so schwach gefärbten Gefässnetzes bei starker Vergrösserung und der vom Augenspiegel geleisteten Lichtintensität zu erkennen, wird leicht sein, wenn es sich auf einem reinen weissen Grunde befindet, schwerer, wenn die Färbung eine schmutzig gelbrothe oder mehr braunrothe ist, wie in den Intervascularräumen bei helleren oder dunkleren Pigment, noch schwerer, wenn es sich auf dem glänzenden Roth der grössern Chorioidealgefässe befindet, unmöglich, wenn sich zwischen demselben und dem Beobachter eine auch noch so dünne Schicht, wie z. B. die innere Pigmentschicht der Chorioidea befindet.

An weissen Kaninchen gelang es Liebreich nach langen und angestrengten Untersuchungen vollständig die Capillaren der Chorioidea bis in ihre feinsten Verzweigungen zu verfolgen. Eine vollkommene Unbeweglichkeit, eine äusserst intensive Beleuchtung, eine starke Vergrösserung und der vollkommene Pigmentmangel vereinigen sich hier zur Ermöglichung der Untersuchung mittelst des Augenspiegels. Die kleinen Stämme der Capillarschicht erschienen da, wo sie den grossen Gefässen aufliegen, als äusserst feine, kleine, rothe Punkte, von denen kaum gefärbte Verzweigungen ausstrahlten und ein Netz bildeten, das sich über die grossen Gefässe und die weissen Intervascularräume verfolgen liess. Bei diesen äusserst schwierigen Untersuchungen gelang es Liebreich auch, die Circulation des Blutes in den Chorioidealvenen zu beobachten.

IV. Die Sclerotica.

Nur unter den günstigsten Bedingungen, wie bei weissen Kaninchen, selten bei selbst ganz albinotischen Menschen, wird man die Substanz der Sclerotica bis zur hintern Fläche sehen. Wie schon oben erwähnt, bezeichnen die graulichen Flecke, die man bei weissen Kaninchen auf dem Augengrund wahrnimmt, den Durchtritt der kurzen Ciliargefässe durch die Sclerotica. Die langen Ciliargefässe, die die Sclerotica sehr schief durchbohren und so eine beträchtliche Strecke in der Substanz derselben verlaufen, ehe sie an die Aussenfläche der Chorioidea treten, erscheinen als lange braunrothe Streifen, die zu beiden Seiten des Bulbus von hinten nach vorn verlaufen und sich dann in die deutlich hervortretenden Gefässstämme fortsetzen.

V. Die brechenden Medien.

Die Untersuchung der brechenden Medien geschieht am besten dadurch, dass man mit dem Planspiegel allein Licht ins Auge wirft; zur genauern Prüfung kann man dicht hinter dem Spiegel ein Convexglas als Loupe einlegen.

Im Allgemeinen wird das Ergebniss der Untersuchung der brechenden Medien im normalen Zustande ein negatives sein, doch ist zu bemerken, dass man an der Oberfläche der Cornea bisweilen kleine, mehr oder weniger durchscheinende Punkte wahrnimmt; es sind dies kleinc, zerstreute Schleimtheilchen, oder von Zeit zu Zeit langsam von unten nach oben steigende Luftbläschen; um sich davon zu überzeugen, heisse man den zu Untersuchenden seine Augenlider kräftig schliessen, oder wische auch mit dem Augenlide die Cornea gleichsam ab, worauf dieselben, wenn sie eben nichts Krankhaftes in der Substanz der Cornea selbst sind, verschwinden. Ferner prüfe man vor der Untersuchung mit dem Augenspiegel sorgfältig die Glätte der Cornea durch ihr Verhalten gegen auffallendes Licht, um nicht Unebenheiten in ihr für Wellenlinien in der Krystalllinse anzusehen.

Vollkommen reine Krystalllinsen werden bei Personen von etwas vorgerückteren Jahren gewiss nur sehr selten vorkommen, doch scheinen nur streifige Trübungen beginnende Cataracte zu bezeichnen. Zur genauen Untersuchung der Linse, versäume man nie die seitliche Beleuchtung anzuwenden.

Wie die Linse wird auch der Glaskörper, dessen sogenannte entoptische Körperchen sich durch den Augenspiegel nicht nachweisen lassen, vorzugsweise bei pathologischen Vorgängen Gegenstand der ophthalmoscopischen Untersuchung.

Vierter Abschnitt.

Die Augenspiegelbefunde am kranken Auge.

I. Der Sehnerv.

Bei dem innigen Zusammenhang, in dem der Sehnerv und die Retina stehen, wird es nicht Wunder nehmen, dass der grösste Theil der Affectionen des Sehnerven mit solchen der Netzhaut zusammenfällt. Indess giebt es auch eine kleine Zahl von Veränderungen, die speciell den Sehnerven betreffen und auch als solche durch den Augenspiegel erkannt werden können. Abgesehen von kleinen Pigmentflecken, kleinen punktförmigen Blutextravasaten oder einzelnen hier und da vorkommenden Cholestearinkrystallen auf der Papille sind es vorzüglich Niveauveränderungen an der Eintrittsstelle des Sehnerven, Trübung der Nervenfasern und Atrophie des Sehnerven, die wir hier zu betrachten haben, während die Beschreibung der in Folge andrer Erkrankungen eintretenden wahrnehmbaren Veränderungen am Nervus opticus ihren Platz bei der Beschreibung der betreffenden Krankheiten finden wird.

Was die Niveauveränderungen an der Eintrittsstelle des Sehnerven betrifft, so sind die betreffenden Untersuchungen, selbst durch die ausgezeichneten Forschungen des Prof. H. Müller, noch nicht zum Abschluss gebracht; die Resultate derselben sind kurz folgende:

Die betreffenden Veränderungen der Papille können bestehen entweder in stärkerer Vorwölbung (Prominenz) oder in Abflachung und Grubenbildung (Excavation). Die stärkere Vorwölbung der Papille über das Niveau der Umgebung kann seine Ursache haben, entweder in Schwund der äussern Retinaschichten mit Integrität des die Papille bildenden Nervenstammes (sehr problematisch) oder in der Vergrösserung ihrer Masse (Hypertrophie der Nervenfasern). Viel wichtiger sind die krankhaften Vertiefungen der Eintrittsstelle des Sehnerven, von denen H. Müller zwei Formen annimmt: Abflachung der Papille und Grubenbildung durch reine Atrophie des Sehnerven, und Grubenbildung, welche die Merkmale des Zustandekommens durch Druck,

neben Atrophie, besitzt. Zu der ersten Form gehört wahrscheinlich von Gräfe's „Amaurose mit Sehnervenexcavation", welche derselbe für eine Cerebralamaurose hält, entstanden (im Gegensatz zum Druck) durch „Retraction" (durch Zug von dem Stamm des Sehnerven aus). Die zweite Form durch Druck mit secundärer Atrophie kann neben verschiedenen Aderhaut- und Netzhautaffectionen vorkommen, die, je mehr die Phänomene des Druckes prädominiren, unter dem Bild des Glaucom's (acutes und chronisches Glaucom nach v. Gräfe) erscheinen.

1) Die Excavation der Papille;

(partielle oder totale Concavität nach Liebreich).

Die Mittel, die man anwenden kann, um sich von dem wirklichen Vorhandensein einer Concavität zu überzeugen, bestehen entweder in der Anwendung von Gläsern oder in gewissen Bewegungen und den dadurch hervorgebrachten Veränderungen in der relativen Lage der beobachteten Partien.

Bei der Beobachtung im aufrechten Bild wird man schon aus der Stärke des Concavglases, das man braucht, um alle Partien der Papille und ihre Gefässe vollkommen scharf zu sehen, einen Schluss auf die relative Tiefe dieser Partien machen können, wenn man sich daran erinnert, dass man eines um so stärkeren Concavglases benöthigt ist, je weiter hinter den brechenden Medien die untersuchten Theile liegen. Macht man ferner während der Untersuchung mit dem Kopfe seitliche Bewegungen nach rechts und links, so werden sich die am weitesten nach vorn, nach dem Beobachter zu, liegenden Theile in entgegengesetzter, die weiter nach hinten liegenden in gleichnamiger Richtung bewegen. Noch deutlicher tritt dies hervor, bei der Betrachtung im umgekehrten Bild, wenn man mit der Convexlinse leichte Bewegungen perpendikulär zu ihrer Axe macht, wobei jedoch dann die dem Beobachter zunächst liegenden Theile die gleichnamigen Bewegungen machen. Betrachtet man unter gleichen Bedingungen einen in seiner ganzen Fläche concaven Sehnerven, so sieht man den weiter unten zu beschreibenden gelben Ring mit den hakenförmig in ihn umbiegenden Gefässen sich wie einen Rahmen vor der von dem Grunde des Nerven gebildeten Scheibe hin und her bewegen.

Als Beweis dienen ferner nach Förster bei der Untersuchung im aufrechten Bild und bei möglichst starker Erweiterung der Pupille die feinen Gefässchen, welche von aussen, von unten und von oben her, auf die Papilla optica übertreten. „Bei ihrer Feinheit müssen sie nahe der Oberfläche der Papille liegen, sonst würden sie uns entgehen oder wenigstens verschleiert erscheinen; es ist daher zu präsumiren, dass die Krümmungen und Lageverhältnisse, welche wir in ihnen wahrnehmen, auch der Oberfläche der Papille selbst zu kommen. — Fast stets machen diese Gefässchen, wenn sie den Rand des Sehnerveneintritts

überschreiten, ein Knie in ihrem Laufe oder sie erscheinen gar an dieser Stelle wie zerschnitten. Betrachtet man sie nun genau von der ihrer Uebertrittsstelle entgegengesetzten Seite, (also z. B. wenn das Gefässchen über den untern Rand der Papille tritt, möglichst von oben her), so kann man bisweilen die Verbindung der beiden Enden erkennen. Dies ist nur möglich, wenn sie an der Stelle, wo ihre Continuität unterbrochen erscheint, eine Biegung nach hinten machen, also auf die Oberfläche einer Concavität übergehen. Liefen sie einen Hügel hinauf, so müsste dieser bei einer solchen Beobachtungsrichtung die beiden Enden noch mehr verdecken. Ferner scheint in einem glücklichen Falle auch wohl ein innerhalb der Papille horizontal verlaufendes Gefässchen näher dem obern Rand zu liegen, wenn man dieses möglichst von oben her betrachtet, und näher dem untern Rand, wenn die Beobachtung von unten her geschieht. Wäre die Sehnervenscheibe prominent — wie man nach ihrer Schattirung anzunehmen geneigt ist — so müsste das Umgekehrte der Fall sein. — Ferner beobachtet man, dass die Gefässe hart am Rande der Papille mit schwach convexen Contouren enden, so dass diese Enden dunkler roth sind und bisweilen einen kurzen seitlichen Schnabel haben. Die convexe Contour entspricht hier der Wölbung der Gefässröhren, die dadurch hervortritt, dass diese sich unter einem starken Knie nach hinten biegen. Diese Biegung giebt auch Veranlassung zur dunkleren Färbung dieser Stellen, ebenso wie normaler Weise das Centralende einer Hauptvene tiefer roth gefärbt erscheint und, wie bei Retinitis, solche dunkle Stellen bisweilen mehrfach an einer und derselben Vene gesehen werden. Die seitliche schnabelförmige oder hakenartige Zuspitzung der Venenenden wird vorzüglich dann sichtbar werden, wenn die Venen sich nicht in radiärer Richtung, sondern etwas schief über den Rand der Papille hinwegbiegen."

Die characteristischen Zeichen nun für diese Art der Erkrankung des Sehnerven sind

a) Die Farbe und Form der Sehnervenpapille. Die oft über eine grosse Fläche ausgedehnte Vertiefung erstreckt sich vom Centrum, das sich durch eine hellere und glänzendere Färbung vor den weniger hell gefärbten peripherischen Partien auszeichnet, nach allen Seiten, in den meisten Fällen jedoch schneller nach der äussern Seite hin, während die innere der Nase zugekehrte oft noch längere Zeit normal bleibt. Die Chorioidealgrenze, die gewöhnlich nur mit einer dünnen und unregelmässigen Pigmentschicht bedeckt ist, endet nur unbestimmt gegen die Scleralgrenze, wodurch diese um das zwei- und dreifache vergrössert erscheint und statt einer feinen hellen Linie einen breiten, oft gelbgefärbten, den ganzen Opticus umgebenden Ring darstellt. Die eigentliche Nervengrenze zeigt sich viel lebhafter als gewöhnlich, der Nerv selbst erscheint ganz regelmässig kreisrund, seine Farbe, in den verschiedensten

Fällen verschieden, oft mit einer leichten Beimischung von Grünblau oder Blau zu der gewöhnlichen Farbe; an der Peripherie mischt sie sich mit einem mehr grauen Ton, der bis zur äussersten Begrenzung rasch an Dunkelheit zunimmt. Diese Schattirung, die scharfe Begrenzung und kreisrunde Form lassen die Papille auf den ersten Anblick als kugelförmig vorgetrieben erscheinen.

b) Das Verhalten der Gefässe; verfolgt man dieselben von der Peripherie nach dem Centrum, so verschwinden sie an der Grenze der Vertiefung plötzlich wie abgeschnitten, während man ihre Enden noch eine kurze hakenförmige Biegung nach der Vertiefung zu machen sieht; sucht man nun nach ihrer Fortsetzung, so findet man dieselbe zwar in der Ausbuchtung, doch scheint der auf der Papille verlaufende Theil mit dem auf der Retina verlaufenden in keinem Zusammenhang zu stehen.

Partielle Vertiefungen (Lücken) finden sich gleichfalls nicht selten in der Papille, doch betreffen sie häufiger den ganzen äussern Quadranten oder einen etwas kleineren Sector dieser Gegend als die Mitte der Papille. Der obere und untere Rand dieser Defecte sind dann geradlinig und stossen im Centrum der Papille in einem Winkel zusammen. Die Farbe der Lücke ist stets heller als die des übrigen Theils des Sehnerveneintritts, die Grenzen in der Regel scharf. Am obern und untern Rand enden die Retinalgefässe, indem sie sich entweder gerade und plötzlich, oder, was häufiger ist, in schiefer Richtung über ihn hinwegschwingen. Die Bedeutung dieser partiellen Vertiefungen ist noch nicht bekannt, vielleicht sind sie pathologisch unwichtig, möglicherweise angeboren.

Am häufigsten findet sich die Excavation des Sehnerven beim Glaucom, doch ist, wie v. Gräfe gezeigt hat, dieselbe allein nicht hinreichend, den Begriff desselben festzustellen, dass aber beim Glaucom eine Excavation des Sehnerven stattfindet, haben die pathologisch-anatomischen und mikroscopischen Untersuchungen des Prof. H. Müller auf das Evidenteste erwiesen.

2) Trübung der Sehnervenfasern

(nach Liebreich, Hypertrophie der Nervenfasern nach Müller).

Die die Begrenzung des Sehnerven bildenden Theile (Chorioidea und Sclerotica) und der undurchsichtige Theil des Sehnerven liegen dem Glaskörper nicht unmittelbar an, sondern sind von ihm durch eine durchsichtige Schicht des Nerv. opticus getrennt, von deren Reinheit die Möglichkeit die dahinter liegenden Partien zu erkennen und die durchtretenden Gefässe eine Strecke weit in die Tiefe zu verfolgen abhängt. Bei der Untersuchung im aufrechten Bild erkennt man darin eine feine unregelmässige radiäre Streifung und sieht hier und da einzelne der Streifen stärker reflectirend und fast isolirt hervortreten.

Bei pathologischer Trübung dieser Fasern erscheint nach Liebreich

1) die Papille als eine runde, gleichmässig matte Scheibe, die sich mit einer sehr weichen Contour nur ganz sanft gegen den übrigen Grund absetzt. Die der normalen Papille ihren Glanz verleihenden Zeichnungen und Schattirungen fehlen, die Scleralgrenze ist verschwunden, die Chorioidealgrenze weniger scharf contourirt und im Durchmesser scheinbar vergrössert.

2) Die Netzhautgefässe erscheinen wesentlich verändert; die dunkelrothe Farbe der stärker gefüllten und mehr geschlängelten Venen wird beim Eintritt in die matte Scheibe des Sehnerven durch einen leichten graulichen Ueberzug gedämpft, der nach dem Centrum hin an Intensität zunimmt und bei dem Uebergang der Gefässe in eine grössere Tiefe so beträchtlich wird, dass ein Theil von ihnen durch die Trübung und Verdickung der Opticusfasern ganz verdeckt wird; vor dem Rande der Papille tauchen die Gefässe etwas in die Tiefe der Netzhaut hinab und heben sich dann stärker in Bogen als gewöhnlich; als Ursache dieses Verlaufs fand Liebreich: eine erhebliche Prominenz der ganzen Eintrittsstelle, die derselbe bis jetzt bei keiner andern Affection feststellen konnte.

Hierher rechnet Liebreich auch eine andre Anomalie, auf welche Virchow zuerst aufmerksam gemacht hat. Es ist dabei nicht die ganze durchsichtige Partie getrübt, sondern nur ein Theil derselben, indem nämlich die ihn bildenden Nervenfasern ihre dunkeln Contouren nicht mit den übrigen in der Gegend der Lamina cribrosa, sondern erst später verlieren, nachdem sie schon eine Strecke auf der Netzhaut verlaufen sind. Der Augenspiegel zeigt dann die einzelnen Bündel als glänzend weisse, vollkommen opake Streifen, die das Licht ganz in derselben Weise reflectiren, wie die hellen Streifen, die im normalen Kaninchenauge von der Papille ausstrahlen. Im Ganzen entsteht dadurch eine sehr eigenthümliche Figur, die sich entweder unmittelbar an den Sehnerven anschliesst, oder auch noch ein Stück auf ihn heraufzieht und sich nach der Peripherie hin ziemlich scharf, flammenartig, mit einer oder mehreren Spitzen abgrenzt. Wo die Figur über den Rand der Papille hinwegzieht, wird diese vollkommen verdeckt und ebenso verschwinden die übrigens normalen Gefässe.

3) Die Atrophie des Sehnerven.

Durch dieselbe wird der Sehnerv nach und nach in einen Zellgewebsstrang umgewandelt; sie verbindet sich häufig mit Affectionen des Gehirns und Rückenmarks und findet sich bei einer grossen Zahl von Amblyopien und Amaurosen. Beim Beginn ist die Papille noch hell

und scharf begrenzt, die Skleralgrenze etwas deutlicher und breiter als im Normalzustand, die eigentliche Nervengrenze scharf bestimmt. Die weisse, bisweilen bläuliche Farbe, entbehrt der gewöhnlichen Beimischung des Röthlichgrau; das Netz der Lamina cribrosa erscheint verdickt, die zwischen den Maschen liegenden dunklern und geschrumpften Zwischenräume verschwinden viel später; der ganze Grund nimmt einen gleichmässigen sehnigen Glanz an. Die bedeutend schmäleren und blässeren grossen Gefässe sind noch sichtbar, die feinern Zweige verschwunden. In alten Fällen erscheinen die grossen Gefässe als feine weisse Streifen, verschwinden aber nur selten ganz. Ausserdem findet sich Excavation der Papille (s. oben) und Verkleinerung des Durchmessers derselben.

II. Die Netzhaut.

1) Hyperämie und Entzündung.

(Primäre Retinitis nach Pilz, Rétinite congestive nach Follin).

Zur Feststellung der Diagnose auf Hyperämie der Retina und Retinitis dienen hauptsächlich folgende mit dem Augenspiegel wahrnehmbare Veränderungen:

a) Vermehrte Gefässentwicklung und Gefässröthe im Gebiet der Centralgefässe: — Dieselbe ist besonders im Beginn der Affection oft nur sehr schwer nachzuweisen, weil man sich gerade bei dieser Affection sehr oft auf der Grenze des Physiologischen und Pathologischen befindet, indem z. B. eine mit dem Spiegel wahrnehmbare Röthe bei Jenen noch ganz normal ist, während sie bei Diesen schon die Folge eines pathologischen Processes ist; immer wird man daher gut thun in allen Fällen, in denen es möglich ist, das zweite gesunde Auge vergleichsweise zu untersuchen, wiewohl auch dies nicht immer ausreicht und man erst nach Eintritt weiterer Veränderungen, oft auch schon nach geschehenen Blutentziehungen, das Vorhandengewesensein derselben erkennt.

Die mehr oder weniger dunkle Röthe erscheint entweder an einzelnen Stellen oder in der ganzen Ausdehnung des in Folge einer Entwicklung zahlreicher, feiner, vielfach untereinander verschlungener und unmittelbar aus den Hauptstämmen entstehender Capillaren wie feinpunktirt aussehenden Sehnervenquerschnittes (centrale Hyperämie), oder sie erstreckt sich über den ganzen Augengrund (peripherische Hyperämie). Derselbe erscheint wie feingranulirt und gleichmässig geröthet, gleichfalls in Folge der Entwicklung feiner Capillaren aus den Netzhautgefässen, die gitter- oder netzartig den ganzen Augengrund dicht bedecken und längs denen oft kleine Ecchymosen oder röthlich punktirte Fleckchen sitzen.

Bei längerem Bestand der Entzündung treten auch an den grösseren Netzhautgefässen Veränderungen ein, deren hauptsächlichste nach Liebreich folgende sind: — a) Turgescenz der Arterien und Venen; beträchtliche Ausdehnung der Arterien ist im Allgemeinen leicht zu erkennen, kommt aber nur sehr selten vor; Liebreich fand sie vorzüglich bei Feuerarbeitern; die Venen zeigen bisweilen eine heftige Pulsation, die sich, was im normalen Auge nicht vorkommt, noch über die Sehnervenfläche hinaus ausdehnt; in einem Fall beobachtete Liebreich sogar dabei eine rythmische Bewegung der den Gefässen anliegenden Retinalpartie. Häufiger findet sich — b) Turgescenz der Venen bei Normalverhalten der Arterien; die Venen erscheinen dunkler und haben an Durchmesser zugenommen; oft treten sie als dicke Stränge aus dem Centrum des Sehnerven und verlieren von ihrer Stärke nichts, bis sie mehr oder weniger schnell aus der vertikalen in die horizontale Richtung übergehen. Characteristisch ist ferner, dass sie einen mehr geschlängelten Verlauf besitzen und „in ihren einzelnen Partien in verschiedenen Ebenen zu liegen scheinen, indem bei Verfolgung des Verlaufes einer Vene dieselbe auf eine kurze Strecke für dieselbe Einstellung des eigenen Auges vollkommen deutlich und scharf ausgeprägt, wie gleichförmig gefärbt erscheint, bald jedoch wieder eine dunklere Färbung annimmt, wobei sie häufig durch eine characteristische Krümmung einen Uebergang in eine tiefere Schichte als die bisherige Verlaufsebene deutlich anzeigt. Sie wird hierbei in ihren Contouren und sodann in ihrem ganzen Durchmesser undeutlicher, kann sofort wohl noch durch eine veränderte Accomodation des eigenen Auges auf eine kurze Strecke verfolgt werden, entschwindet jedoch bald dem Gesichte mehr oder weniger vollkommen, um sonach nicht weiter aufgefunden zu werden, oder in einiger Entfernung mit derselben dunkleren Färbung unter gleichen Verhältnissen wie bei ihrem Verschwinden an der Oberfläche hervorzutreten, woselbst sie rasch an Deutlichkeit zunimmt, bei ihrem weiteren Verlauf in derselben Ebene wie früher die gleiche lichtere Farbe zeigt und sonach an einer zweiten und dritten Stelle ganz die gleichen Veränderungen wiedergiebt“ (Jäger). Die Arterien erscheinen dabei gewöhnlich schmäler und blässer, als im Normalzustande.

b) Trübung der Retina: — An einer oder mehreren Stellen, in einzelnen Regionen oder in der ganzen Ausdehnung, meistens aber zunächst der Peripherie des Sehnervenquerschnittes erscheint die Netzhaut mit einem zarten Hauche oder schleierartigem Ueberzug von röthlicher, grau-, gelblich-, oder bläulichweisser Farbe bedeckt; nie aber erscheint in Folge der Hyperämie, sei es der grossen Gefässe, sei es der Capillaren, die Retina selbst geröthet. Die lichteren Trübungen, die ihre Entstehung wahrscheinlich dem Erguss eines nur wenig getrübten, dünnen Exsudates zwischen Retina und Glaskörper ver-

danken und sich allmählig gegen die gesunde Umgebung verlieren, sind zumal bei minder reichlichem Pigmentgehalt der Chorioidea relativ am schwersten zu erkennen. „In ihrer Diagnostik ist man vorzüglich auf die Dämpfung angewiesen, welche die Trübung für die mehr oder weniger rothe Farbe der Chorioidea gewährt. Hier kann aber leicht eine Verwechslung der exsudatfreien röthern Stellen mit rostfarbenen Trübungen der Netzhaut geschehen und zwar desshalb, weil die Netzhaut bei heller Beleuchtung in ihrer eigenen Farbe intensiver hervortritt und das röthliche Durchschimmern der Chorioidea in manchen Augen der Erscheinung sehr ähnlich ist, welche hellrostfarbene Stellen der Retina darbieten, so dass man, im Irrthum befangen, das wahre Verhältniss umkehren, die schwach getrübten Stellen für intensiv beleuchtete Netzhaut, die durchsichtigen aber mit Farbstoff behaftet ansehen kann, und umgekehrt, rostfarbene Stellen für durchscheinende Chorioidea und freie, hell beleuchtete Stellen der Netzhaut für feine parenchymatöse Trübung halten kann“ (Coccius).

Ausserdem können Verwechslungen vorkommen mit diffuser Linsen- oder Glaskörpertrübung und mit ausgebreitetem Pigmentmangel. Als Anhaltepunkte für die Diagnose dienen das Verhalten der Netzhautgefässe, das reine Hervortreten des Sehnervenquerschnittes und die Berücksichtigung der Sehstörung.

c) Das Verhalten des Sehnervenquerschnittes: — Dasselbe ist characteristisch einestheils durch die in Folge der obenerwähnten pathologischen Injection und Exsudation im Bereich desselben selbst entstandene Färbung, anderntheils durch die Veränderungen seiner Begrenzung. Was die Farbe betrifft, so erscheint die Papille besonders gegen die Peripherie hin leicht gelblichroth, während die Mitte ihre weisse Färbung noch länger behält; in Folge der zahlreich entwickelten Capillaren erhält sie in vielen Fällen eine fein punktirte oder fein gestrichelte rothe Färbung, die allmählig einem schmutzigen Teint Platz macht. — Ebenso wichtig ist das Verwischtsein der Sehnervengrenze, theils durch die meist nur immer einen Theil derselben bedeckenden dichten Capillarinjection, theils durch lichte oder pigmentirte Trübung der nächsten Umgebung, wodurch die Form des Sehnervenquerschnittes quer, oder länglich oval, oder selbst ganz unregelmässig wird. Bemerkt man einen sichel- oder halbmondförmigen Reifen an der einen oder andern Seite der Sehnervenperipherie, so hüte man sich vor Verwechslung mit der weiter unten zu beschreibenden Sclerotico-chorioiditis posterior.

Wesentlich unterstützt wird natürlich die Feststellung der Diagnose durch Berücksichtigung der functionellen Störungen der Retina. — Pathologisch-anatomische und mikroskopische Untersuchungen an Retinitis erkrankter Augen fehlen bis jetzt.

Die Ausgänge sind entweder Rückbildung und Genesung, wobei sich zunächst die Röthe in der Peripherie des Augengrundes und später aus dem Sehnervenquerschnitt verliert, dessen Farbenveränderung jedoch am spätesten zur Norm zurückkehrt, oder der Uebergang in weitere sogleich zu beschreibende Affectionen der Netzhaut.

2) Exsudationen in die Netzhaut.

Dieselben geschehen entweder unter die Membrana limitans retinae, oder zwischen diese und die Membrana hyaloidea, oder in die homogene oder feinkörnige Verbindungssubstanz der Zwischenkörnerschicht.

1) Blutextravasate in die Retina; (punktirte Hämorrhagien Virchow's, secundäre Retinitis bei Embolie der Chorioidealgefässe, Pilz).

In der Umgegend der Papille, der sie entweder unmittelbar anliegen oder die sie in grösserer oder geringerer Entfernung mehr oder weniger vollständig gürtelartig umgeben, seltner und schwieriger auch in den peripherischen Partien des Augengrundes, bemerkt man kleine, zerstreute, dunkel- oder schwarzroth gefärbte Punkte oder Flecke, die den venösen Gefässen entweder unmittelbar anliegen, oder dieselben theilweise bedecken. Die oft 1 Millimeter und darüber im Durchmesser haltenden Flecke erscheinen braunroth, etwas verwaschen, nicht ganz rund, leicht erhaben und wie aufgelockert.

Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung fand Virchow dieselben ganz den in der Hirnsubstanz vorkommenden punktirten Hämorrhagien analog, indem sie im Centrum ganz deutlich eine zusammenhängende Anhäufung freier Blutkörperchen auffinden liessen. „Die Blutkörperchen innerhalb der Heerde zeigten sich entweder noch vollkommen unverändert oder schon zum Theil mit feinen Körnchen durchsetzt. Auch liessen sich im Innern dieser rothen Heerde sowohl als im Umfange derselben Fettkörnchenkugeln und Körnchenconglomerate beobachten, die entweder zu festen zusammenhängenden Massen gruppirt oder stellenweise selbst netzförmig verbunden erschienen. Die Netzhautelemente selbst erwiesen sich hierbei entweder noch unverändert oder die Körnchenschichten sowie die Ganglienzellen zeigten sich mehr getrübt, letztere, obwohl keineswegs vergrössert, von mehr körnigen und gelblichem Aussehen, überdies die Stäbchenschicht nicht überall mehr leicht nachweisbar. Auch die Capillaren der Netzhautgefässe, welche oft zusammenhängende Netze darstellen, zeigten in ihren Wandungen sowohl, als in ihrem Lumen Veränderungen; erstere waren zuweilen bei erhaltener Durchgängigkeit des Gefässes dicht mit den feinsten Fettkörnchen in ihren Wandungen besetzt, letztere durch capilläre Verstopfung (Embolie)

aufgehoben“. — In weiter vorgerückten Graden kommt es allmählig zur entzündlichen Erweichung der Netzhaut.

2) Apoplexie der Netzhaut (nach Liebreich, Retinitis nach Jäger, Stadium der parenchymatösen Exsudation der primären Retinitis nach Pilz, Retinitis apoplectica nach von Gräfe).

Als characteristisch für diese Affection hat man zu beachten:

a) Die Eintrittsstelle des Sehnerven: — Dieselbe hat ihre scharfe Begrenzung und normale Zeichnung verloren und erscheint als röthliche Scheibe, die oft so wenig von der Farbe des übrigen Augengrundes abweicht, dass man sie nur noch aus der Vereinigung und dem Ursprung der Centralgefässe errathen kann. Der Augengrund erscheint dunkel roth, wenig Licht reflectirend, und lässt eine zarte, speichenartig vom Centrum nach der Peripherie gehende Streifung wahrnehmen. Der Nervus opticus hat seine Durchsichtigkeit verloren, man vermag daher die Gefässe nicht in seine Tiefe zu verfolgen und sie verschwinden, sobald sie zur Papille treten.

b) Das Verhalten der Centralgefässe: — Die Gefässe selbst erleiden eigenthümliche Veränderungen; die Venen zeigen den oben bei Retinitis (S. 83) beschriebenen Zustand der Turgescenz; sie erscheinen unregelmässig angeschwollen, stark spiralig gekrümmt, abwechselnd höher oder tiefer liegend, während die mehr an der Oberfläche liegenden und meist verdickten sehr deutlich ihre dunkelrothe Färbung zeigen und die Zwischenschichten verdeckt sind. Die Arterien hingegen weichen nicht von ihrem normalen Verlauf ab, erscheinen aber sehr dünn und bleich und lassen sich oft nur mit Mühe selbst auf dem Sehnervenquerschnitt erkennen. Den Hauptgrund hiervon bildet:

c) Die Färbung der Retinalsubstanz; es ist dies der einzige Fall, in welchem die Retina selbst wirklich geröthet ist und zwar durch das ausgetretene Blut, das, indem es sich zwischen die Faserbündel des Nervus opticus ablagert, die streifige Zeichnung noch vermehrt. Liebreich hatte mehrmals Gelegenheit sich durch Sectionen von diesem Verhalten zu überzeugen. Die feine, rothe Streifung erscheint hauptsächlich auf dem Nervus opticus und den benachbarten Netzhautpartien, die mehr Capillaren als grosse Gefässe haben, während das den grossen Gefässen entlang ergossene Blut in grösseren, runderen und dunkelrothen Flecken erscheint, die zum Theil die Venen verdecken, zum Theil ihnen seitlich anliegen, was von Einfluss bei der Diagnose von Hämorrhagien der Netz- und Aderhaut ist.

Selten ist der Bluterguss ein so bedeutender, dass die ganze Netzhaut bis in ihre äussersten Theile in gleichmässigem Dunkelroth erschiene. In mehreren Fällen, besonders bei schon bejahrten Leuten, fand Liebreich die Flecken ziemlich gross und so zahlreich, untereinander zu-

sammenhängend und dunkel, dass man nur kleine lichte Zwischenräume zwischen ihnen bemerken und sehr schwer hier und da ein Stück Retinalgefäss wahrnehmen konnte. Uebrigens giebt es zwischen den schwersten und leichteren Fällen, die man nur an dem characteristischen Verhalten der Gefässe, der unbestimmten Begrenzung der Papille, einzelnen feinen Streifen und kleinen rothen Punkten erkennen kann, alle nur möglichen Zwischenstufen.

Interessant ist es, mit dem Augenspiegel die Rückbildung und die oft schnell eintretenden Metamorphosen der durch diese Affection gesetzten Veränderungen zu beobachten.

Zunächst verschwindet die feine rothe Streifung und die grösseren rothen Flecke verlieren ihre Gleichförmigkeit, indem sie von helleren, gelblichen Linien und Flecken durchsetzt werden; letztere gewinnen immer mehr an Ausdehnung und Helligkeit, bis sie zuletzt ganz die Stelle der rothen Flecken einnehmen. Der Nervus opticus zeigt eine geringere gleichförmige Streifung und einzelne hellere Partien desselben strahlen büschelförmig nach verschiedenen Seiten aus. Bald darauf verschwinden auch die gelben Flecke, der Sehnerv zeigt wieder eine scharfe Begrenzung und die Arterien werden wieder sichtbar. Zuletzt bemerkt man nur noch eine geringe Fülle der Gefässe, eine eigenthümliche mattweisse Färbung der Papille und hier und da noch einen dunklen Blutfleck, der der Aufsaugung noch widerstanden. In andern nicht so günstig verlaufenden Fällen können die eintretenden Veränderungen selbst bis zur carcinomatösen Entartung und Atrophie der Netzhaut führen; eine sehr häufig eintretende Veränderung ist die fettige Entartung der Netzhaut.

3) Fettige Entartung der Netzhaut.

Dieselbe besteht in der Entwicklung körniger Zellen in der Retina, die sich in Folge ihrer Grösse und ausserordentlichen Reflexionsfähigkeit mit dem Augenspiegel deutlich erkennen lassen, sobald sie sich selbst in geringer Anzahl vereinigt finden. Sie bilden dann auf der Retina weisse, wenig hervorragende Flecke von eigenthümlicher opalartiger Durchsichtigkeit; ihre Grösse variirt von der kleiner, kaum sichtbarer Punkte bis zur Grösse des Sehnervenquerschnittes und darüber; ja es können selbst ganze Partien der Netzhaut ähnlich gefärbt und verdickt erscheinen.

Fast in allen Fällen scheint dieser Entartung Hyperämie oder Apoplexie der Retina vorherzugehen. Hat letztere ihren höchsten Grad erreicht, so sieht man in oder um die sie characterisirenden Extravasationen, weisse, ovale oder abgerundete Flecke entstehen, deren grössere gewöhnlich den grossen Retinalgefässen anliegen, während andre, kleinere und zahlreichere sich vorzugsweise blos in den rechts und links vom

Opticuseintritt liegenden nur mit kleinen Gefässen und Capillaren versehenen Retinapartien finden. Im Uebrigen bietet der Augengrund noch das obenbeschriebene Bild der Apoplexie der Retina: die Papille geröthet, streifig, mit verwischter oder ganz aufgehobener Begrenzung; die Arterien dünn und theilweise verdeckt; die Venen stark und unregelmässig gefüllt und gekrümmt; die kleinen punktförmigen oder runde Flecke bildenden, streifigen Extravasate verdecken theilweise die Gefässe, theilweise die neugebildeten weissen Flecke, die jedoch in dem Maass als das ergossene Blut resorbirt wird, deutlicher hervortreten und unter gewissen Verhältnissen sich vermehren.

Hat die Krankheit dieses Stadium der Entwicklung erreicht, so fällt sie gewöhnlich mit Krankheiten des Herzens und der Nieren, zusammen; vorwaltend hat Wagner ihren Zusammenhang mit Morbus Brightii aufgeklärt. Er fand die meisten Fälle im 3. Stadium des Morbus Brightii und hier mit Hypertrophie allein, oder mit Hypertrophie und Dilatation beider Ventrikel gemeinschaftlich, sämmtlich jedoch ohne Klappenfehler verbunden.

In diesen Fällen vergrössern sich die Flecke mehr und mehr, fliessen zusammen und bilden endlich, meist 1—2 Linien davon entfernt, einen breiten Wall um die Eintrittsstelle des Sehnerven. Letzterer erscheint leicht grau gefärbt mit undeutlicher oder verwaschener Grenze, indem er unmerklich in die graugefärbten Partien der Netzhaut übergeht, die den Nervus opticus von dem umgebenden Walle trennen. Derselbe erhebt sich auf der innern Seite allmählig über die graue Netzhaut, während sein äusserer Rand scharf begrenzt ist und wird zum grössten Theil aus kurzen Bogen gebildet, die nur da, wo die grösseren Gefässe durchgehen, mehr auseinander treten. An der Aussenseite des Walles zeigen sich noch besonders zahlreich gegen den hintern Pol des Bulbus einige Gruppen kleiner, feiner Punkte, während die übrige Retina vollkommen durchsichtig erscheint.

Was die Ausgänge betrifft, so kann sich dieses Bild oft lange Zeit ungestört erhalten, oder es treten profuse Extravasationen ein, die einen grossen Theil des graugefärbten Walles bedecken und ihn in eine gleichmässig dunkelrothe Fläche umwandeln, oder es erfolgt Netzhautablösung etc. Heilung tritt in den seltensten Fällen ein, meistens erliegen die Kranken in diesem Stadium der Bright'schen Erkrankung, (Liebreich).

Bei der pathologisch-anatomischen und mikroskopischen Untersuchung entsprachen die ophthalmoscopisch gefundenen Veränderungen mehr oder weniger auffallend total oder fleckweise mattgetrübten Netzhautstellen. „Im Bereiche derselben fand sich die Retina verdickt und resistenter. Die Vergilbung der getrübten Netzhautstellen erwies sich als eine auffallende Verfettigung der Zwischenkörnerschicht, in welcher die eigen-

thümliche Structur der Netzhaut vollkommen untergegangen war. Es fanden sich blos abnorme Elemente der mannigfachsten Form vor: Kerne der verschiedensten Entwicklung vom wasserhellen Bläschen bis zum freien schon verfettigenden Kern, Zellen sowohl in Bildung begriffen, als auch solche, welche durch ihren enormen Fettreichthum schon ihren Verfall beurkundeten, Körnchenzellen in verschiedener Menge und Uebergänge zu freien Conglomeraten von Fettkügelchen und Fettbläschen, ja selbst einzelne oder in Haufen gruppirte Cholestearinkrystalle, mitunter selbst einzelne zerstreute Kalkkörner. Unter dieser degenerirten Schicht liessen sich auch Veränderungen in den Ganglienzellen entnehmen, zumal dieselben entweder fettig degenerirt sich darstellten oder einen eigenthümlichen glänzenden Inhalt nachwiesen, der sich äusserst blasskörnig, zum Theil auch homogen zeigte und an die Stelle des Kernes einen verschieden grossen, theils runden, theils ovalen, theils langgestreckten, nur selten etwas unregelmässig gekerbten, scharf contourirten homogenen glänzend aussehenden Körper treten liess, welcher die grösste Aehnlichkeit mit den Corporibus amylaceis darbot, obwohl die Jodschwefelsäureprobe eine solche nicht bestätigte und eine concentrische Streifung durchweg's mangelte. Die Degeneration der Ganglienzellen ging immer von dem Kerne aus, ohne dass sich Fettkörnchen vorfanden".

4) Pigmententartung der Retina. (Retinitis pigmentosa nach Donders).

Die functionellen Störungen bei Pigmententartung der Netzhaut sind nach von Gräfe so characteristisch, dass man in der Regel den ophthalmoscopischen Befund mit Sicherheit voraussehen kann. Besonders ist es nach demselben die schon in den ersten Perioden des Uebels hervortretende Nachtblindheit in Gemeinschaft mit der concentrischen Verengung des Gesichtsfeldes, welche das characteristische Symptomgepräge constituirt. Besonders hervorzuheben ist hierbei noch, dass das centrale Sehen im Verhältniss zu den geringen Dimensionen des Gesichtsfeldes, lange Zeit gut erhalten bleibt, so dass Individuen, deren Gesichtsfeld bis auf eine Oeffnung von 15 oder 10° und darunter reducirt war, noch häufig feine Schrift lasen. Es ist dies von Wichtigkeit bei der Diffrentialdiagnose von Cerebral-Amaurosen, bei welchen in der Regel bedeutende Verengerungen des Gesichtsfeldes bereits von einer namhaften Herabsetzung der centralen Sehschärfe begleitet werden. Amaurosen mit Excavation des Sehnerven zeigen zuweilen auch bei sehr vorgerückter Verengerung des Gesichtsfeldes noch eine gute centrale Sehschärfe, es ist jedoch dann das Gesichtsfeld nicht concentrisch verengt, sondern hat nach von Gräfe eine schlitzförmige Form und zwar so, dass der Fixirpunkt in der Nähe der innern Grenze des Schlitzes liegt. — Erbliches Vorkommen findet sich nicht constant, aber doch in vielen Fällen.

Die objectiven Kennzeichen bestehen in Folgendem: Zwischen Nervus opticus und Aequator Bulbi bemerkt man unregelmässige Linien und Figuren, die sich durch ihre tiefschwarze Farbe von dem Chorioidealpigment unterscheiden. Ihre Form ist sehr verschieden und unregelmässig, von einfachen, dünnen Linien bis zu ovalen Flecken mit feinen dünnen Ausläufern, die der Netzhaut ein getigertes Ansehen verleihen, oder oft so dicht aneinanderliegen, dass der ganze Augengrund schwarz erscheint.

Die in den verschiedenen Fällen verschiedene Menge steht in keiner Beziehung zum Alter oder zur Entwicklung der Krankheit, hängt vielmehr nach Liebreich von oft sehr geringen Nebenumständen ab, z. B. der allgemeinen Pigmentirung des Individuums; von Einfluss auf das Sehvermögen wird jedoch die Ausdehnung und die Lage der ergriffenen Netzhautpartie. Im Allgemeinen finden sie sich in concentrischen Kreisen so angeordnet, dass entweder der Nervus opticus, oder die Macula lutea, oder am häufigsten eine der letzteren benachbarte Stelle den Mittelpunkt derselben bildet; die äussere Begrenzung ist unregelmässig, die innere nähert sich mit fortschreitender Entwicklung immer mehr dem Mittelpunkt.

Donders macht bei dieser Krankheit auf das Verhalten des Sehnerven aufmerksam: Die Papille erscheint klein und unregelmässig, am öftersten oval oder fast dreieckig, nicht scharf begrenzt; die Gefässe erscheinen wie verschleiert und lassen sich nicht in die Tiefe verfolgen; mit fortschreitender Krankheit werden sie enger, obliteriren zuletzt gänzlich und erscheinen als gelblich-weisse Stränge. Fast zu allen alten Fällen treten chorioideale Complicationen hinzu, die von Verdickung der Glaslamelle und Atrophie der Pigmentschicht auszugehen scheinen.

3) Lageveränderungen der Netzhaut.

1) Ablösung der Netzhaut von der Chorioidea

kommt vom geringsten bis zum höchsten Grade vor. Im geringen Grade findet man dieselbe als erbsengrosse blasige Erhebungen; im höhern Grade als grössere, auf ein Viertel oder ein Halb der Netzhaut erstreckte Blasen; im höchsten Grade die ganze Netzhaut von der Aderhaut getrennt.

Als subjective Erscheinungen führt v. Gräfe folgende an: Es bildet sich ohne eine Schmerzempfindung im obern Theil des Gesichtsfeldes, eine ziemlich scharf begrenzte, dunkle Wolke; die Gegenstände erscheinen, besonders an deren Grenze, in manchen Fällen aber auch durch das ganze Gesichtsfeld, krumm oder gebrochen oder schief. Die schwarze Wolke breitet sich meist rasch nach unten aus und wirft in einer grossen Zahl von Fällen einen blutrothen Schein, welcher in wenigen Tagen gelb wird und dann seine Färbung vollkommen verliert;

manchmal ist aber die ursprüngliche Färbung bleibend. Bleibt der mittlere Theil des Netzhautfeldes verschont, so ist die Sehschärfe leidlich gut erhalten; sobald aber die Netzhautpartien rings um die Opticus-Insertion in die Ablösung mit eingeschlossen sind, fehlt jedes Erkennen. Streift die obere Grenze des Sackes nur an die Opticus-Insertion, so ist das Sehvermögen sehr verschieden: man findet in diesem Fall, wenn die Gegend der Macula lutea intakt ist, zuweilen noch scharfes Erkennen im Centrum des Gesichtsfeldes, selbst, wenn der der Opticus-Insertion nach unten benachbarte Theil bereits abgelöst war. In den meisten solchen Fällen wird aber, da die obere Grenze des Sackes ungefähr horizontal zu sein pflegt, auch die Macula lutea mit ergriffen, oder der Nachbarschaft wegen in secundäre Veränderungen mit hineingezogen: dann ist das scharfe Erkennen aufgehoben und der Kranke richtet, wenn das betroffene Auge zum Erkennen benutzt werden soll, die Sehaxe nicht auf das Object, sondern schiesst mit derselben nach Oben vom Objecte vorbei, es findet Hemiopie statt. Häufig ist aber auch unter den angegebenen Verhältnissen nur ein schwacher Lichtschein nach Aussen und Unten vorhanden und erklärt sich dies entweder durch die grössere Ausdehnung des Sackes zu beiden Seiten der Opticus-Insertion oder durch die weiter gediehenen secundären Veränderungen. v. Gräfe beobachtete Fälle, wo die Netzhaut hart unter der Opticus-Insertion, ferner zu beiden Seiten derselben, bis in den obern Theil abgelöst war, aber in einer gewissen Ausdehnung gerade oberhalb des Opticus noch anlag. Es war dann nach unten noch ein schwaches Erkennungsvermögen vorhanden, was durchaus fehlt, sobald die Netzhaut rings um die Opticus-Insertion abgelöst ist, mag sie auch übrigens in grossem Umfange anliegen und scheinbar normale Textur zeigen.

Die objectiven Kennzeichen sind in den verschiedenen Fällen sehr verschieden; Allen gemeinsam ist das Verhalten der Retinalgefässe beim Betrachten im umgekehrten Bild, indem dieselben sehr gebogen und von der normalen Richtung abweichend erscheinen. Macht der Beobachter mit der Convexlinse leichte seitliche Bewegungen, so bemerkt er, dass die ihm zugekehrten Enden der Gefässe, in Verhältniss zu denen der andern Seite, beträchtlichere Ortsveränderungen zeigen, weil sie sich nicht parallel der Sclerotica, sondern auf einer krummen und wellenförmige Bewegungen machenden Oberfläche auf ihn zu bewegen.

Auf die Farbe der abgelösten Netzhautpartie hat die Netzhaut selbst, ebenso wie im Normalzustand, nur einen sehr geringen Einfluss; dieselbe hängt vielmehr von der zwischen Retina und Chorioidea ergossenen Flüssigkeit ab; ist diese hell und durchsichtig, so weicht auch die Färbung der abgelösten Partie fast nicht von der des übrigen Augengrundes ab, ist sie jedoch undurchsichtig, so erscheint die abgelöste

Partie vom leichten Blaugrau bis zum dunkeln Bläulichgrün gefärbt, um so mehr, je dunkler die Farbe des Augengrundes an und für sich ist und je mehr die abgetrennte Partie gefaltet ist, wo sie dann an den Oberflächen der Falten nicht selten den Glanz von schmutzigem Atlas darbietet.

Was die Circulation in der abgelösten Netzhautpartie betrifft, so ist dieselbe nach Liebreich selbst in schon sehr alten Fällen ganz normal, ausgenommen die Fälle, in denen sich noch andere Complicationen, (z. B. Morbus Brightii) finden. Die Gefässe erleiden jedoch nach Liebreich Veränderungen, die sich einestheils auf ihren Verlauf, anderntheils auf ihre Farbe beziehen; gezwungen, der Netzhaut in allen ihren Falten und Bewegungen zu folgen, weichen sie mehr oder weniger plötzlich vom gewohnten Verlauf ab, indem sie sich, sich hebend und senkend, auf den Beobachter los, bewegen. Daher kommt es, dass man sie bald in ihrer ganzen Ausdehnung, bald sehr verkürzt erblickt, dass ein Gefässstamm plötzlich dem Beobachter wie abgeschnitten verschwindet, während andrerseits Zweige sichtbar werden, die keinem gemeinsamen Stamm anzugehören scheinen, etc. Der Farbe nach erscheinen die Gefässe dunkelroth, einzelne selbst als schwarze Streifen, welche Färbung von der Farbe der abgelösten Netzhautpartie abhängt, wovon man sich überzeugen kann, wenn der Inhalt des abgelösten Netzhautstückes nicht gleichmässig, sondern theilweise durchsichtig, theilweise undurchsichtig ist; auf diesem erscheinen die Gefässe um so dunkler, je dunkler der Grund ist, auf jenem oft von ihrer normalen rothen Färbung nicht abweichend.

Ist die Retina in ihrer ganzen Ausdehnung getrennt, so bietet sie der Form nach Aehnlichkeit mit einem Trichter dar, dessen weite Oeffnung der Ora serrata, dessen enger Theil der Eintrittsstelle des Sehnerven entspricht, oder (nach Coccius) mit dem Kelch einer Blume, (einer Convolvulus-Blüthe nach Arlt) und ist an der Stelle des Sehnerven mehr oder weniger zugespitzt; einmal sah sie Coccius am untern und äussern Theil des Sehnerven auch eingerissen, ähnlich einem klaffenden, kegelförmigen Schlitz in einem Kleide.

In Bezug auf die Stellen, die am häufigsten von der Ablösung betroffen werden, ist zu bemerken, dass sie in der grössten Mehrzahl der Fälle, die untere Hälfte der Retina betrifft; gegen Oben wird dann die Grenze zwischen abgelöster und normaler Retina ziemlich scharf durch eine gerade oder leicht gekrümmte Linie bezeichnet, die horizontal oder schief von innen nach aussen geht. Schreitet die Ablösung weiter, so rückt die Trennungslinie bis zum Sehnerven, steigt, vorzüglich nach aussen, zu beiden Seiten desselben in die Höhe und so kann nach und nach die ganze Netzhaut abgelöst werden, meistens jedoch mit Ausnahme des innern und obern Theiles, wo man selbst bei völliger Lostrennung

an der peripherischen Grenze (Ora serrata) immer noch ein Stück Retina angeheftet findet, während die untere Grenze ausserhalb des Gesichtsfeldes liegt. Sehr selten findet man die Ablösung in der äussern Hälfte, noch seltner in der obern Hälfte allein und bei alten Fällen fast nie im innern und obern Theil, ausgenommen in Fällen von Cysticercus cellulosae (s. u.). Bei allerdings sehr selten zur Beobachtung kommenden frischen Fällen, ist es von Gräfe gelungen, das Entstehen der Netzhautablösung auch in den obern Partien zu constatiren; die von ihm daraus abgeleiteten Folgerungen sind folgende: Wenn auch die meisten zur Beobachtung kommenden Netzhautablösungen in dem untern Bereich erscheinen, so ist es noch keineswegs erwiesen, dass sie auch hier zuerst auftreten. Es liegt vielmehr die Thatsache vor, dass manche (vielleicht viele oder die meisten) Netzhautablösungen zuerst an andern Stellen sich bilden, erst später auf das untere Bereich übergehen und gewissermassen dort sich zu einem bleibenden Bilde festsetzen. — Dieser Wechsel des Orts scheint besonders durch Senkung des subretinalen Fluidums nach den tiefsten Theilen hin eingeleitet zu werden. — Legt sich nach frisch entstandener Netzhautablösung die Netzhaut wieder an, so kann der fragliche Abschnitt seine vollkommene Leitungsfähigkeit wieder übernehmen, während dies bei älteren Ablösungen unmöglich scheint. Die noch vollkommene Transparenz der abgelösten Partie ist wahrscheinlich hierfür eine conditio sine qua non. — Bei einem solchen Verschwinden der Netzhautablösung an ihrer ursprünglichen Stelle, bei Wiederherstellung des früher verlorenen Gesichtsfeldabschnittes und Besserung der centralen Sehschärfe darf nie an einen wirklichen Heilungsprocess gedacht und die Prognose einigermassen günstig gestellt werden, da man in früherer oder entfernterer Zukunft die gewöhnlichen Entwicklungsphasen der Netzhautablösung zu erwarten hat.

In den den abgelösten Stellen benachbarten Theilen findet man nach v. Gräfe nicht selten Retinitis, welche sich hier durch die Entwicklung sehr zarter aus unendlich feinen Gefässschlingen bestehender inselförmiger Flecke, sowie durch feine, gekörnte, weissliche oder röthlichweisse Exsudate markirt. Was die Ursachen der Netzhautablösung betrifft, so können dieselben ausser in dem Erguss eines serösen (?) Exsudates zwischen Chorioidea und Netzhaut auch noch nach von Gräfe in perforirenden Scleralwunden und nach H. Müller in Zug von Vorn bestehen. v. Gräfe sah wiederholt grosse, ziemlich weitklaffende, perforirende Scleralwunden in der Nähe des Aequators bei einem mässigen Glaskörperverluste; die Heilung ging vortrefflich ohne die mindeste entzündliche Reaction; das Sehvermögen war zwar nicht vollkommen, hatte aber in den ersten Wochen eine mittlere Schärfe. Erst in der Vernarbungsperiode bildete sich eine characteristische Scleraleinziehung und mit dieser rasche Abnahme des Sehvermögens, Beschränkung des Ge-

sichtsfeldes in den betreffenden Partien und endlich der ophthalmoscopische Befund einer Netzhautablösung aus, welche von der der Verwundung benachbarten Aequatorialpartie ausging. Die Ablösung der Retina durch Zug leitet Müller durch Schrumpfung von Exsudaten im Glaskörper und in der Gegend des Ciliarkörpers ab.

2) Ablösung der Netz- und Aderhaut von der Sclerotica.

Diese seltne Form wurde bis jetzt nur viermal von Liebreich beobachtet. Sie erscheint als glatter, scharfbegrenzter, röthlichgelber, kugelförmig in den Glaskörper hineinragender Tumor, über welchen die Retinalgefässe ohne Abweichung ihren Lauf fortsetzen. Ebenso wie bei der einfachen Netzhautablösung vermag man die Retinalgefässe aus grösserer Entfernung und im aufrechten Bild zu erkennen. Die Pupille erscheint bei Bewegungen des Auges bald wie im Normalzustand, in einem rothen Schein, bald in einem gelblichen Ton und schwach von den scharf hervortretenden Gefässen gefurcht, je nachdem die normalen oder vorgetriebenen Partien des Augengrundes zur Anschauung kommen. Die Hauptsymptome dieser Erkrankung sind: Die Abwesenheit jeder Faltung und wellenförmigen Bewegung, die trotz der Undurchsichtigkeit des Tumor mehr rothe Färbung, und vor Allem die Möglichkeit, die Chorioidea, wenn auch nur schwach durch die Retina, der sie unmittelbar anliegt, hindurchsehen zu können, die dann einen je nach der Farbe des Augengrundes verschiedenen Anblick gewährt. — Bei einer Frau mit blonden Haaren und blauen Augen sah Liebreich die Chorioidealgefässe in voller Schärfe; in dem von der Hervortretung der Chorioidea mit den benachbarten Partien des Augengrundes gebildeten Winkel hatte sich die Netzhaut von der Chorioidea abgelöst und er vermochte bei Bewegungen des Kopfes ganz deutlich die langsamen Ortsveränderungen der Gefässe und Extravasate der Retina in Bezug auf die Chorioidea wahrzunehmen, so wie auch die leichte Färbung der Retina, wie sie bei einfacher Ablösung und durchsichtigem Inhalt vorkommt. Eine Verwechslung mit einem bösartigen Tumor ist bei der eigenthümlichen Färbung, Grösse und festen Lage möglich, bis die früher oder später hinzutretende Irido-Chorioiditis Atrophie des Bulbus herbeiführt.

Ablösung der Netzhaut kommt noch zu Stande durch:

3) Geschwülste im Innern des Auges (Markschwammablagerung in der Netzhaut, Beer's amaurotisches Katzenauge).

Die sich im Innern des Auges entwickelnden bösartigen Geschwülste lassen sich im Beginn der Krankheit nicht von der einfachen Ablösung der Netzhaut unterscheiden; ist die Erkrankung weiter vorgeschritten und die entartete und oft goldgelb gefärbte Netzhaut vor den Brennpunkt der brechenden Medien gerückt, so ist die Untersuchung mittelst seitlicher

Beleuchtung der mit dem Augenspiegel vorzuziehen und keiner Schwierigkeit unterworfen. — Den Verdacht auf einen dahinter liegenden Tumor würde v. Gräfe bei solchen Netzhautablösungen für begründet erachten, bei welchen selbst nach stark vorgedrängter Netzhaut mehr und mehr Zeichen für Zunahme des intraoculären Druckes auftreten. Als solche Zeichen betrachtet er die Ciliarneurose und die sich dem Tastsinn offenbarende Prallheit des Bulbus, letztere um so mehr, als sich sonst bei Netzhautablösung der Bulbus meist um einiges weicher anfühlt; ausserdem sind hier noch zu berücksichtigen: Iridoplegie, das Hervorgedrängtsein der Iris, Hornhautanästhesie etc.

4) Cysticercus cellulosae.

Wenn das Vorkommen von Cysticercen und anderen Parasiten im menschlichen Auge auch schon ältern Beobachtern bekannt war, sobald sich dieselben in den vorderen Theilen des Auges befanden, so war es doch erst unserer Zeit vorbehalten, mit Hülfe des Augenspiegels auch die in den innern Theilen des Auges vorkommenden Cysticercen auf das Bestimmteste zu erkennen. Seit von Gräfe und Liebreich die ersten genauen Beobachtungen über das Vorkommen derselben veröffentlicht, hat sich die Zahl derselben bedeutend vermehrt; alle aber bieten sie bei der ophthalmoscopischen Untersuchung mehr oder weniger bestimmt folgende Symptome:

Die durch den Parasiten, soviel zu seiner Ausdehnung nöthig ist, von der Chorioidea abgelöste Netzhaut, erscheint als ein runder oder birnförmiger, grünlicher Sack, in dessen Innern man nahe seiner Peripherie, eine zweite, äusserst zarte, vollkommen runde Contour (die der Blase des Thieres) und gegen das Centrum hin, einen undurchsichtigen mehr gelblichen Fleck bemerkt, den man bei Bewegungen des Thieres, deutlich als dessen Hals und Kopf erkennen kann. Die Bewegungen bestehen einestheils in wellenförmiger Zusammenziehung und Ausdehnung der Blase, wodurch dieselbe ihre regelmässige Form verliert und der Kopf abwechselnd deutlicher oder matter erkannt werden kann, anderntheils in Krümmungen des Halses und Kopfes.

Durchbricht das Thier die Retina und tritt in den Glaskörper, so lässt es sich anfangs viel deutlicher erkennen, so dass man nicht nur den Kopf, den es bald in die Blase einzieht, bald wieder ausstreckt, sondern auch die Saugnäpfe, die vorher nur angedeutet waren, deutlich erkennen kann, bis die im Glaskörper eintretende Trübung und Entwicklung von Membranen die Beobachtung verhindert. — Der vorher mit seinen Gefässen über das Thier stark ausgedehnte Retinalsack ist nun zusammengefallen, liegt der Chorioidea nicht mehr glatt an, sondern ist gefaltet, weniger durchsichtig und von mehr bläulicher Farbe.

Die functionellen Störungen bestehen hauptsächlich in der Verminderung des Gesichtsfeldes, in welchem die Kranken einen runden, schwarzen Defect bemerken. Das Sehvermögen wird immer geringer; entsprechend der vorschreitenden Ablösung der Netzhaut; die Prognose ist immer ungünstig.

4) Die entzündliche Erweichung der Netzhaut.

Dieselbe bietet nach Pilz folgende ophthalmoscopische Erscheinungen dar:

Die entweder der Chorioidea anliegende oder von ihr abgehobene Netzhaut zeigt in einer grössern oder geringern Ausdehnung eine auffallend helle, gelbweise, dem Aussehen einer derben Exsudatschicht vergleichbare Färbung mit scharfen, stellenweise zackig oder strahlig aussehenden, vom angrenzenden Augengrunde streng markirten Rändern, welche sich selbst auf den Sehnervenquerschnitt, der mitunter ein fein ecchymosirtes, rothgesprenkeltes Ansehen annimmt, ausdehnen kann und den Austritt der Centralgefässe aus demselben mehr oder weniger vollkommen zu verdecken vermag. Der Lage nach muss diese weissgefärbte Stelle immer der Ausbreitung der Netzhaut entsprechen, wobei sie auch etwas über die normale Ebene derselben heraustreten kann. An der Stelle des Augengrundes, welche von dieser weisslichgefärbten Netzhautpartie eingenommen wird, lassen sich keine Retinalgefässe wahrnehmen, wohl aber ausserhalb derselben im angrenzenden Augengrund. — Der endliche Ausgang dieser Affection ist immer

5) Atrophie der Netzhaut.

Dieser traurige Ausgang der verschiedensten tieferen Erkrankungen des innern Auges ist in seiner Ausdehnung verschieden, indem derselbe nur einen grössern oder kleinern Theil der Retina befallen kann oder dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung in der Art, dass z. B. besonders bei massenhaften chorioidealen Ergüssen, von ihr nichts als einige bindegewebige Fäden übrig bleiben, die aus der Eintrittsstelle des gleichzeitig atrophirten Sehnerven hervortreten und strahlenartig sich zertheilend, sich in das Aderhautexsudat verlieren. Bei der nach Fettdegeneration der Netzhaut auftretenden Atrophie erlangt die Vergilbung der Netzhaut eine grössere oder geringere Ungleichförmigkeit, indem zwischen gelbgrauen oder weissgrauen Stellen sich einzelne wie sehnig aussehende, hell durchscheinende Membranen vorfinden, die ganz structurlos sind, und nur von Moleculen, wenigen Pigmentkörnchen, allenfalls einigen Pigmentkörnern, Fetttröpfchen und Cholestearinkrystallen durchsetzt gefunden werden. — Mit der Atrophie der Netzhaut und dem Untergange des Pigments in der Chorioidea wird selbst ein Vorleuchten der Sclera

möglich, die als weisse oder weissgraue Stellen da besonders glänzend hervortreten, wo sie von sehnigen Retinapartien bedeckt werden.

Meistens findet sich auch Atrophie des Sehnerven.

III. Die Chorioidea.

Die bedeutende Rolle, welche die Erkrankungen der Gefässhaut sei es als für sich bestehender Process, sei es als Ursache der mannichfachsten Störungen der Netzhaut, des Glaskörpers, der Linse oder Iris, in der Pathologie des innern Auges und dem weiten Feld der Amaurosen spielen, ist erst durch die Anwendung des Augenspiegels in ein helleres Licht gesetzt, wenn auch noch nicht vollständig erschöpft worden. Es wird dies nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, mit wie grossen Schwierigkeiten oft die Untersuchung verbunden ist; eine mehr oder weniger tiefe Färbung des Epithelial-Pigmentes lässt uns die Chorioidealgefässe bald heller roth gefärbt und mit scharfen Contouren, bald braunroth und nur unbestimmt contourirt, bisweilen gar nicht wahrnehmen; eine mehr weniger starke Pigmentirung des Stroma influenzirt wiederum in der verschiedensten Weise auf die Gestaltung des chorioidealen Gefässnetzes: ist das Stroma wenig oder gar nicht pigmentirt, so erkennen wir selbst die feinsten Gefässverzweigungen, wie sie als ein engmaschiges, unregelmässiges Netz den ganzen Augengrund bedecken, während ein starkpigmentirtes Stroma ein viel regelmässigeres grossmaschiges Gefässnetz mit dunklen, fast gefässlosen Intervascularräumen zeigt. Es ist ferner auch die Dicke der Gefässe an verschiedenen Punkten des Augengrundes eine sehr verschiedene, so dass man in jedem einzelnen Fall die Dicke der Gefässe, die Pigmentation und die eben untersuchte Stelle des Augengrundes berücksichtigen muss, ehe man sagen kann, ob man ein normales Auge oder pathologische Veränderungen vor sich habe; als Anhaltepunkte dienen dabei andere Partien des Augengrundes, z. B. die Papilla nervi optici, die Retinalgefässe etc.

Was die an der Chorioidea wahrnehmbaren Krankheiten betrifft, so sind sie meist entzündlicher Natur und zwar vorherrschend chronische Entzündungen, deren Hauptkennzeichen die von ihnen gesetzten Exsudate bilden, die daher auch einer besondern Berücksichtigung bedürfen.

1) Hyperämie und Entzündung der Chorioidea.

1) Hyperämie der Chorioidea. (Irritation der Gefässhaut nach Pilz, Choroidite congestive nach Follin).

Dieselbe ist eine sehr häufig vorkommende Affection und befällt eine grosse Anzahl von Individuen, ohne dass dieselben über bedeutendere Sehstörung klagten. Aus den oben angegebenen Gründen ist dieselbe

oft nur sehr schwierig ophthalmoscopisch nachzuweisen, oft nur aus den übrigen Befunden abzuleiten, zu denen besonders der allgemeine Habitus der betreffenden Individuen, die träge Beweglichkeit der Iris und die auffallend lange anhaltende Erweiterung derselben nach Atropineinträuflung gehören. Bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel zeigt der Augengrund eine dunkle, gleichförmige Röthe (ähnlich einer sehr stark entzündeten Conjunctiva) und die Gefässe erscheinen (die grossen Gefässstämme besonders nach dem Aequator Bulbi hin) stärker injicirt, oft geschlängelt und ungleichmässig ausgedehnt. Während Pilz noch angiebt, dass sich die Choriocapillaris ebenfalls in höherem Grade, in der Form feinpunktirter Maschen bis zur gleichförmigen über die Schicht der äussern Gefässe ausgebreiteten Röthung, entwickelt finde, erklärt Liebreich, dass er „auch bei solchen Affectionen, in denen pathologische Zustände jenes Abschnitts gewiss vorhanden waren, dieselben niemals mit dem Augenspiegel habe erkennen können".

2) Entzündungen der Chorioidea.

Die acute Chorioiditis ist im Beginn nicht von der Hyperämie verschieden, später wird sie durch die gesetzten Exsudate erkenntlich, die wir weiter unten besonders betrachten werden. Von der chronischen Chorioiditis giebt es besonders zwei Formen, die sich bei der ophthalmoscopischen Untersuchung deutlich unterscheiden:

a) Die disseminirte Chorioiditis (nach Liebreich, Forme pointillée de la choroidite exsudative nach Follin).

Dieselbe beginnt niemals in den unmittelbar um den Nerv. optic. gelegenen Partien der Chorioidea und an einer einzigen umschriebenen Stelle, sondern entwickelt sich zugleich an mehreren, meist bei einander liegenden Punkten in einiger Entfernung von der Papille, in der Form kleiner, rundlicher, ausgedehnter oder ganz unregelmässiger Flecke von hellerer Farbe als der übrige Augengrund. Das Epithel erscheint daselbst schwach pigmentirt oder fehlt ganz, die Chorioidealgefässe lassen sich deutlich erkennen, im Beginn selbst mit schärferen Contouren und hellerer Röthe. Im Verlauf der Krankheit werden die Flecke immer zahlreicher und grösser, fliessen theils mit einander zusammen, theils trennen sie sich mehr und mehr von den normalen Partien, werden lichter und die Gefässe verschwinden allmählig, während dunkle Pigmentstreifen die Flecke begrenzen und von einander trennen, wodurch die befallenen Chorioidealpartien ein marmorirtes, buntscheckiges Aussehen erhalten. In alten Fällen und den höchsten Graden der Entwicklung fliessen die bisher getrennten Flecke zusammen und verwandeln dadurch

den grössten Theil oder den ganzen Augengrund in eine gleichförmige weisse Fläche. (Liebreich).

b) Die Sclerotico-chorioiditis posterior (nach von Gräfe, Staphyloma scleroticae posticum Scarpae, Ectasia posterior sclerae, regressive Metamorphose der Faserhaut nach Pilz, Choroidite atrophique nach Follin).

Das Erkennen dieser so häufigen Krankheit, welche in tausend Fällen von Amblyopie vierhundertzwanzig Mal die Ursache derselben bildet, ist nach v. Gräfe insofern leicht, als man seine Aufmerksamkeit vorzugsweise nur auf die Eintrittsstelle des Sehnerven zu richten hat.

Man bemerkt eine gerade, an den äussern Rand des Sehnerveneintritts sich anschliessende weisse Figur; dieselbe hat in geringer Entwicklung meist die Form einer Sichel, deren concaver Rand mit dem Sehnerveneintritt gewissermassen verschmolzen ist, während der convexe Rand nach dem hintern Pol des Augapfels sieht. Mit Fortschreiten der Krankheit vergrössert sich die weisse Fläche immer mehr und mehr, so dass deren äusserer Rand sich vom Sehnerven entfernt und die ganze Figur ihr sichelförmiges Ansehen auf sehr verschiedene Weise verändert; bald behält sie bei ihrer Fortentwicklung vorwaltend die Richtung nach Aussen, und nimmt alsdann das Ansehen eines ziemlich transversalen, vom Opticus ausgehenden Streifens an, bald dehnt sie sich auch nach oben und unten aus und stellt dann die äussere Hälfte des Sehnerveneintritts umfassende weisse Figuren von sehr variabler Form dar, welche sich oft durch Ausbuchtungen und dazwischen liegende winklige Vorsprünge gegen die Nachbartheile des Augenhintergrundes abgrenzen. Schliesslich kann die Entartung auch nach innen den Opticus umfassen, so dass der Nerveneintritt wie eine Insel von der weissen, zuweilen auch hellgrün gefärbten Fläche rings umschlossen ist, wobei aber allemal der nach aussen gelegene Theil dieser letztern weit entwickelter und breiter ist, als der nach innen gelegene. Das Licht, welches die erwähnte Fläche zurückwirft, zeichnet sich vor Allem durch seine Intensität aus: es ist viel heller und weisser als das vom Sehnerven reflectirte, so dass dieser letztere verhältnissmässig wenig beleuchtet und mattgrau oder beinahe röthlich erscheint.

Noch schärfer als im Normalzustand kann man auf dieser weissen Fläche die Retinalgefässe unterscheiden, die von hier radienartig nach der Ora serrata ausstrahlen, und da man selbst die feinsten Gefässchen erkennen kann, so ist man leicht geneigt, die wirklich bestehende Hyperämie der Netzhaut bedeutend zu überschätzen. Ein anderer durch die Beleuchtung entstehender Irrthum besteht darin, dass die Retinalgefässe in der Peripherie der weissen Figur zu verschwinden und sich in die tiefern Partien des Gewebes oder in die dort angehäuften Pigmentmassen zu verlieren scheinen, ein Irrthum, der daraus entspringt, dass die Gefässe

weniger deutlich erscheinen, weil sie nun auf einem dunkleren Grund verlaufen.

In der Umgebung der weissen Figur sieht man nicht selten kleinere inselförmige, weisse Stellen, die eine ganz ähnliche Bedeutung, nur eine geringere Entwicklung als die Hauptfigur haben, die dadurch, dass sich diese Flecken in grösserer Zahl an ihrem Rand anhäufen, ein unregelmässiges, ausgezacktes oder gezähntes Ansehen erhält; letzteres deutet auf rasches Fortschreiten des krankhaften Processes, während dem entgegengesetzt eine scharfe Begrenzung und Pigmentirung der Hauptfigur den Stillstand der Krankheit anzeigt.

Höchst eigenthümlich ist das Verhalten des Pigmentes; bei geringerer Entwicklung der weissen Figur fehlt dasselbe innerhalb der Grenze derselben gewöhnlich ganz, ist aber am äussern Rande der Sichel in grösserer Menge als an den übrigen Theilen des Augengrundes vorhanden, so dass man glauben könnte, die grössere Anhäufung käme daher, dass das Pigment bei der Entwicklung der weissen Figur, von derselben vor sich hergeschoben worden wäre, die es nicht selten als ein deutliches braunes Band umgiebt. Bei sehr weiter Ausdehnung fehlt aber abnorme Pigmentirung auch im Bereich der Figur selbst nur selten: man sieht vielmehr den weissen Reflex an einzelnen Stellen durch braune oder schwarze Flecke und unregelmässige Figuren aller Art unterbrochen, über welche die Netzhautgefässe sich ungestört fortsetzen; so vorzüglich am hintern Pol und an den Vorsprüngen des ausgezackten Randes der weissen Figur.

In der Netzhaut findet man für gewöhnlich nichts Abnormes, in einzelnen Fällen jedoch sind kleine, grauliche Flecke sowohl in dem über der weissen Figur liegenden Theil, als in dem sonstigen Tractus der Membran zu erkennen. Dagegen ist die Chorioidea auch in der Umgebung niemals normal und mindestens ein abnormer Unterschied in der Beleuchtung zwischen den Gefässen derselben und den Intervascularräumen nachweisbar; erstere erscheinen nämlich hellrother, die Intervascularräume dunkler, bläulich oder selbst violett, Erscheinungen, die von Maceration des Pigmentes abhängig sind. Noch bunter wird das Aussehen der Chorioidea, wenn, was häufig geschieht, Ecchymosen in derselben entstehen.

Eine einigermassen ausgebildete Sclerotico-chorioiditis verursacht immer exquisit myopischen Bau des Auges; zu dieser Myopie tritt aber bald ein gewisser Grad von Sehschwäche hinzu, der sich zunächst durch die unvollkommene Correction der Myopie mittelst Concavgläsern, sodann durch ungenügendes Erkennungsvermögen, selbst in der nächsten Nähe, kund giebt. Gegen Luft sind viele Kranke sehr empfindlich, es treten Blendungserscheinungen und zuweilen auch heftige subjective Lichterscheinungen auf; selten fehlt das Gefühl von Druck und Spannung

in der Tiefe der Augen. Die Kranken behalten oft ein ziemlich gutes Sehvermögen, bis die Ausbreitung der weissen Figur die Macula lutea erreicht hat, dann sehen sie im Gesichtsfeld einen schwarzen Punkt, der das Sehen und besonders das Lesen bedeutend stört.

Als Complicationen treten auf 1) Glaskörperopacitäten, 2) Netzhautablösung, 3) Trübung am hintern Pol der Linse, ophthalmoscopisch durch eine fleckförmige Opacität markirt, die bei den Bewegungen des Auges am Hornhautreflex zu haften scheint; dieselbe liegt in der hintern Corticalsubstanz und kann lange Zeit stationär bleiben. 4) Der Uebergang in glaucomatöse Krankheitsform; v. Gräfe bemerkt darüber: „Ich sah bei ältern Leuten, die seit unbestimmter Zeit an Sclerectasia posterior litten, seitliche Einengung des Gesichtsfeldes und zunehmende Schwachsichtigkeit entstehen. Die weitere Beobachtung lehrte mich, dass in solchen Fällen eine Sehnervenexcavation und überhaupt Andeutungen einer Druckvermehrung sich entwickeln. Die Excavation des Sehnerven ist hier nie so auffallend und scharf markirt, als bei Abwesenheit von Sclerectasia posterior. Es lässt sich dies aus den anatomischen Verhältnissen leicht erklären, da die um den Sehnerven herum befindliche Sclera relativ gelockert, also deren Widerstandsfähigkeit von der des Sehnerveneintritts durchaus nicht so abweichend ist, als in normalen Augen, so kann auch eine steile Grubenbildung an der Stelle der Papille durch Druck nicht zu Stande kommen, sondern nur eine flachere Vertiefung, deren Rand geringe Gefässverschiebung zeigt. Von einer physiologischen, etwas stark ausgeprägten Concavität der Papille (H. Müller) unterscheidet sich dieselbe besonders dadurch, dass sie sich bis zur Peripherie des Opticus erstreckt, während die physiologische nur die centraleren um die Gefässaustritte gelegeneren occupirt. Das Verhalten eines solchen Sehnerven ist characteristisch genug. Bei gewöhnlicher Sclerectasia posterior ist gerade die Abgrenzung des Sehnerven verwischt, das Terrain der Papille läuft mit dem der anliegenden Sclera gewissermassen in Eins, so dass wir oft beides lediglich durch Ergänzung einer nach der innern Seite noch erhaltenen Sehnerven-Contour, durch das Verhalten der Gefässe und allenfalls durch die Erkenntniss des über der Sclera atrophirenden Chorioidealgewebes abgrenzen können. In den oben erwähnten Fällen tritt dagegen die Scheibe des Sehnerven wiederum deutlich inmitten oder an einer Seite der weissen Figur hervor. Dies ist zunächst, was Verdacht erregt; bei genauerer Betrachtung zeigt sich alsdann durch die üblichen optischen Mittel die Papille flach ausgehöhlt; eine bedeutende Anomalie der Gefässe ist nicht zu erwarten, sondern nur eine leichte Verschiebung, ebenso ist auch die für die Sehnerven-Excavation characteristische Beleuchtung der Papille hier nur mässig angedeutet. . . . — Mit dem Zustandekommen der Excavation bei Sclerectasia posterior wird der bis dahin weichere Bulbus praller, die Pupille

pflegt etwas weiter und träger, doch nicht vollkommen starr, auch die Cornea etwas unempfindlich zu werden. Das Gesichtsfeld verengt sich zum Theil concentrisch, zum Theil lateral und sehen wir zuweilen die Krankheit in eine beinah vollständige Erblindung übergehen." Zur Beobachtung empfiehlt v. Gräfe Fälle von Sclerotico-chorioiditis posterior jenseits der 50 Jahre, bei welchen hochgradige Amblyopie, jedoch weder Glaskörper-Erkrankung, Netzhaut-Ablösung, Cataract-Bildung, noch etwa centrale Scotome in Folge eines Ergriffenseins der Macula lutea vorhanden.

Was das Wesen des Uebels betrifft, so sucht es v. Gräfe in einem chronischen Entzündungsprocess der Chorioidea; da aber die Veränderungen vereint in dem hintern Theile dieser Membran und in der Sclerotica vorkommen, so legte er ihnen den Namen Sclerotico-chorioiditis posterior bei; Liebreich betrachtet als erste Veränderung die Ablagerung einer dünnen Exsudatschicht an der innern Fläche der Chorioidea mit nachfolgender Imbibition des Stroma und weiter gehenden Veränderungen des Exsudates; Follin sieht die Hauptbedingungen zum Zustandekommen dieser pathologischen Erscheinung in dem Verschwinden des Pigments, der Obliteration und Resorption der Gefässschicht der Chorioidea; während Pilz dieselbe als eine nichtentzündliche Ernährungsstörung der Faserhaut betrachtet, die sich ausspricht 1) in einer so hochgradigen partiellen Schrumpfung des die Chorioidea zusammensetzenden Bindegewebes um die Eintrittsstelle des Sehnerven, dass die Aderhaut gleichsam zu fehlen scheint, und 2) in einem Schwund des Pigments dieser Gegend und einer stärkern Anhäufung, gleichsam Zusammenschiebung desselben gegen die Grenzen dieser alterirten Chorioidealpartie.

Die pathologisch-anatomische Untersuchung ergiebt nach von Gräfe: Eine auffallende Verlängerung des Augapfels von hinten nach vorn und eine starke Ausdehnung desselben in der hintern Hemisphäre, die sich in exquisiten Fällen besonders in der Gegend des hintern Augapfelpoles ausspricht, während der verticale und horizontale Durchmesser die Norm kaum übersteigen; — eine bedeutende Verdünnung der Sclerotica in ihrem hintern Abschnitt und bläuliche Färbung der ausgedehnten Partie, welche nicht auf ein Durchschimmern der Chorioidea zu beziehen, sondern der optische Ausdruck der vor dem dunkeln Raum liegenden halbdurchsichtigen Sclera ist; — das Stroma der Chorioidea im Bereiche der Contouren der mit dem Augenspiegel wahrnehmbaren weissen Figur (zunehmend gegen den Sehnerven hin) stark verdünnt, so dass sie in ein spärliches, der innern Scleralfläche anhaftendes Bindegewebe verwandelt erschien, in welchem keine Spur von irgend einem für die Chorioidea characteristischen Gefässe aufzufinden war. Gegen die Grenze der weissen Figur hin fängt schon wieder das Chorioidealstroma an deutlicher hervorzutreten, doch zeigt sich die Chorioidea auch ausser diesem Bereich

meist in ihrem ganzen Umfang dünner und das Pigmentlager ausserordentlich spärlich. Letzteres hört an der Grenze der weissen Figur vollkommen auf und nur selten kommen inselförmige Rudimente innerhalb der weissen Stelle vor, welche entschieden Anhäufungen pathologischen Pigmentes sind und immer um die Eintrittsstellen hinterer Ciliargefässe liegen, welche letztere zuweilen selbst im Umfange der weissen Fläche vollkommen obliterirt erscheinen, ebenfalls die hervorspringenden Winkel der weissen Figur einnehmen, und so die Grenzen zwischen den einzelnen Ausbuchtungen bilden; — die Retina, von normaler Beschaffenheit, überzieht in ihren Elementen vollkommen erhalten die weisse Figur. Nur selten finden sich in der abgezogenen Netzhaut einzelne zerstreute kleine, knötchenförmige Verdickungen vor; — der Glaskörper ist in Fällen höherer Entwicklung etwas verflüssigt; — die Linse wird an ihrem hintern Pol getrübt.

2) Exsudationen in die Chorioidea.

Die durch die Entzündung der Aderhaut entstehenden Exsudationen können geschehen entweder nach Durchbrechung der Retina in den Glaskörper, oder in dünnen Schichten zwischen Retina und Chorioidea, wobei, wenn dieselben beträchtlich werden, sich die Retina ablösen kann, oder sie können das Stroma der Chorioidea allein imbibiren oder endlich, sie können sich zwischen Sclerotica und Chorioidea ergiessen und diese mit der Netzhaut von der Sclerotica abheben. Von dieser verschiedenen Lage des Exsudates, von der Farbe, Masse und Durchsichtigkeit desselben hängt der verschiedene Anblick ab, den sie geben, bei dessen Beschreibung wir zugleich berücksichtigen müssen, ob das Exsudat ein flüssiges oder ein solides ist.

1) Flüssige Exsudate der Chorioidea.

Durchsichtige, seröse Exsudationen, die das Stroma selbst durchdringen, üben nur einen sehr geringen Einfluss auf das Bild des Augengrundes aus; geschehen die serösen Ergüsse jedoch massenhaft, so verursachen sie je nach ihrer Ausdehnung partielle oder totale Ablösung der Netzhaut von der Chorioidea, die wir schon oben kennen gelernt haben. Die dadurch entstehende Färbung ist nach der des Ergusses, seiner Qualität, Menge und der Beimischung von Blutkörperchen unendlich verschieden und wir erwähnen hier nur noch, dass man, wenn der abgelöste Netzhauttrichter noch einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit bewahrt hat, wobei ein Durchschimmern des darunter liegenden Fluidums, oft selbst die röthliche Färbung der Chorioidea ersichtlich wird, bisweilen selbst das Vorkommen von Cholestearinkrystallen in dem Chorioidealergusse wahrnehmen kann. Dieselben stellen sich dann als glänzend weisse, glitzernde, kolbige, cylindrische oder unregelmässige

Körperchen dar, welche entweder ihren Platz zur Retina nicht ändern oder sich nach vorausgegangenen Augenbewegungen verschieben. Bei letzterem Vorkommen ist eine genaue Unterscheidung derselben von Cholestearinkrystallen im verflüssigten Glaskörper nothwendig, wobei das Bewegen derselben hinter einzelnen sichtbaren Netzhautgefässen, so wie bei hochgradiger Netzhautatrophie ihre Lage zu den schattigen Falten, welche letztere um sich wirft, als Anhaltspunkte dienen.

Blutextravasate (Hämorrhagien). Blutungen aus den Chorioidealgefässen kommen in der verschiedensten Ausdehnung von kleinen Ecchymosen bis zu bedeutender Grösse vor und sind eine sehr häufig vorkommende Erscheinung, die man oft schon aus der Erzählung der Kranken errathen kann. Dieselben geben gewöhnlich an, dass sie nach vorausgegangenen Kopfschmerzen, Drücken und Schmerzen im Auge und momentaner Sehschwäche, plötzlich auf dem erkrankten Auge das Gesicht ganz verloren hätten; so besonders des Morgens beim Aufstehen, nach grossen Anstrengungen, Brechen etc.; in vielen Fällen ist nicht das ganze Sehvermögen erloschen, aber die Kranken klagen über plötzlich entstandene schwarze Flecke im Gesichtsfeld, die in der oder jener Richtung das Gesicht stören oder die auch die Objecte zur Hälfte verdecken.

Kleine Quantitäten finden sich in dünnen Schichten gewöhnlich an der Innenfläche der Chorioidea und zeigen sich als rothe Flecke, die bei ihrer Resorption zerfallen, bleich werden und endlich ganz verschwinden oder leichte Alterationen der Pigmentschicht hinterlassen. Bisweilen erstreckt sich der Bluterguss über die ganze Ausdehnung der Chorioidea und der Augengrund erscheint in einem ganz gleichmässigen tiefdunklem Roth (Obscurité de l'oeil nach Desmarres), in andern Fällen ist der Erguss nur partiell und man kann zwischen den rothen Flecken noch die Chorioidealgefässe erkennen. Bei der Resorption geht die rothe Farbe in's Gelbe über und an der Stelle der Blutflecken bleiben schmutziggelbe, gewöhnlich mit einem stark pigmentirten Hofe umgebene Flecke, die oft noch nach Jahren sichtbar sind; in noch andern Fällen kann der Bluterguss die Retina durchbrechen und in den Glaskörper dringen, wie folgender von Esmarch veröffentlichter Fall zeigt; die brechenden Medien normal, etwas nach unten und innen von der Macula lutea die Retina durchbrochen von einem braunrothen kolbenförmigen Blutextravasat, welches nach oben und aussen in den Glaskörper hineinragte und mit seinem abgerundeten Ende offenbar die Macula lutea bedeckte, da letzteres genau in der Mitte lag, wenn Patientin die Mitte des Spiegels fixirte. Das untere Ende erschien glatt abgeschnitten und war umgeben von einem schmalen, hellrothen Streifen, dem blutig infiltrirten Wundrand der perforirten Netzhaut. Im umgekehrten Bild hatte das Extravasat grosse Aehnlichkeit mit einer dicken kolbigen Zunge, welche aus einer mit rothen Lippen versehenen Mundspalte in schwacher Biegung hervor-

hängt. Die rundliche, tropfenartige Form des Extravasates bedingte einen starken Lichtreflex, welcher auf der Mitte des Kolbens zu sehen war; sein Längsdurchmesser hatte ungefähr dieselbe Grösse wie die Papilla optica. Die Resorption geschah so vollständig, dass nur ein kleiner weisser Flecken auf der Retinanarbe zurückblieb.

Den Uebergang zu den soliden Exsudaten bilden die gelatinös bleibenden, die bei ihrem Wachsthum durch die grössere Lichtreflexion eine Reihe der schönsten, vom Silberweissen bis ins Goldglänzende gehenden Farbenerscheinungen verursachen und bei günstiger Lage die Gefässe auf der Oberfläche der einwärts gedrängten Netzhaut selbst mit freiem Auge wahrnehmen lassen; Erscheinungen, die zum Theil als amaurotisches Katzenauge beschrieben wurden.

2) Solide Exsudationen in die Chorioidea.

Dieselben kommen theils umschrieben, einzeln und zerstreut, theils in grösserer Ausdehnung, selten aber nur gleichmässige Schichten bildend, häufiger im centralen als im peripherischen Theil des Auges vor. Eine dünne Exsudatschicht an der Innenfläche der Chorioidea erscheint ähnlich wie die Netzhaut, und wie diese besonders auf dunklem Grund hervortretend, als ein leichter grauer Schleier, der die Pigmentzellen nur wenig verdeckt. Die meisten soliden Exsudate zwischen Netz- und Aderhaut sind von weisser Farbe, bisweilen gelb, auch dunkel pigmentirt und verdecken das darunter liegende Gewebe theilweise oder vollständig, so dass man nur mit grosser Mühe hier und da in den weissen Flecken ein Gefäss oder Pigment zu erkennen vermag. Als Anhaltepunkte zur Unterscheidung der Exsudationen in die Chorioidea oder Retina diene Folgendes: Die weisse Farbe der Chorioidealexsudate ist verschieden von den weissen Trübungen der Netzhaut, das Weiss ist sehr hell und glänzend, bisweilen sogar sehnig schillernd; die Retinalgefässe laufen unversehrt über die weissen Massen weg und zeichnen sich dadurch sehr scharf ab; ferner muss man beachten, ob die weissen Flecke wirklich Exsudatmassen sind oder ob sie von Entblössung der Sclerotica nach Resorption der Chorioidea herrühren: von Einfluss auf die Diagnose sind dabei, eine leichte Erhabenheit der Exsudatflecke, eine schwache Färbung und das Sichtbarsein einiger stark geschwollenen Chorioidealgefässe.

Formell eigenthümliche Chorioidealexsudationen fand Ed. Jäger; die mikroscopische Untersuchung wies sie als Tuberkel nach, deren Vorkommen in neuester Zeit von Manz bestätigt worden ist. — Mit dem Augenspiegel betrachtet, erschienen dieselben als weissgelbe bis stark citronengelbe, rundliche, ovale oder unregelmässig geformte, dichte und derbe Exsudatmassen, von der Grösse einer kleinen Linse bis zu der des Sehnervenquerschnittes und darüber mit scharfer Abgrenzung gegen den übrigen gelbrothen Augengrund, gleichförmigen oder mehr

zackigen Rändern und mit einer überwiegenden Ausdehnung der Fläche nach. Diese Tuberkel waren bald vereinzelt vorgekommen oder traten in grösserer Anzahl und zwar entweder zerstreut oder in einzelnen Partien gruppirt auf.

Vereinzelte Tuberkel schienen sich ohne erhebliche Entzündungssymptome entwickelt zu haben, bei anderen Fällen sprach sich eine bestehende Chorioidealhyperämie in Form einer ausgedehnten streifigen Pigmentmaceration, als Folge seröser Durchfeuchtung aus. Wiederholt sah sie Jäger in Begleitung von Chorioiditis und Retinitis unter dem gleichzeitigen Bestand eines mehr oder weniger ausgebreiteten, nicht tuberculisirenden Exsudates. — Vereinzelte Chorioidealtuberkel und entfernt von der Macula lutea schienen keinen erheblichen Einfluss auf die Function der Retina auszuüben; fanden sie sich jedoch an der Stelle der Macula lutea vor, so war dieselbe beträchtlich gestört; bei gegebener Retinitis und Chorioiditis war das Sehvermögen des Auges diesen entsprechend aufgehoben. In den äusseren, mit freiem Auge sichtbaren Theilen des leidenden Auges, insbesondere bei nicht hochgradiger Retinitis und Chorioiditis, waren nur wenige oder auch keine Krankheitssymptome erkennbar.

3) Veränderungen der Pigmentschicht und der Lamina elastica.

Die an dem Pigment der Chorioidea auftretenden pathologischen Veränderungen (Maceration des Pigmentes) bestehen einestheils in einer einfachen Verminderung (Resorption) der Pigmentzellen, anderntheils in ihrer einfachen Vermehrung, was ophthalmoscopisch so zur Anschauung kommt, dass man Partien sieht, die ganz oder theilweise des Pigmentes beraubt sind und daher hell erscheinen, die von anderen Partien umschlossen werden, in denen die Pigmentzellen so angehäuft sind, dass sie völlig schwarz erscheinen und die dahinter liegenden Theile ganz verdecken. Vermehrungen des Pigmentgehaltes findet man namentlich in der Umgebung circumscripter Chorioidealveränderungen der verschiedensten Natur, sowohl nach Exsudaten oder Extravasaten, die in das Gewebe abgelagert werden, als nach Atrophie desselben. Die über die Stellen selbst hinweggehenden Epithelien dagegen sind bald normal erhalten, bald schwächer pigmentirt, zum Theil zerstört, oder bilden nur hier und da einzelne kleine schwarze Fleckchen.

Isolirte schwarze Flecken finden sich auch ohne alle pathologische Bedeutung in ganz normalen Augen. Liebreich sah einen solchen von der Grösse des Sehnervenquerschnitts in der Nähe der Macula lutea eines ganz gesunden Auges, von eckiger Form und durch die darüber liegende Netzhaut wie von einem bläulichen Hauch bedeckt. Ferner sah derselbe in der Umgebung des Sehnerven statt der gewöhnlichen

kleinen Sichel oder Punkte einen vollkommen schwarzen Kranz oder eine Sichel von der Breite des Sehnerven.

Eigenthümliche Veränderungen erleidet die Lamina elastica, die zuerst von Donders als Colloidbildung der Kerne der Pigmentzellen, dann von H. Müller als Verdickungen der lamina elastica beschrieben wurden. Dieser mit wenig Ausnahmen nur an den Augen 70 — 80jähriger Individuen vorkommende Process wurde bis jetzt nur erst einmal von Liebreich beobachtet; derselbe fand in den Augen eines 26jährigen Individuums eigenthümliche nur sehr schwach markirte Figuren in der Chorioidea, die sich bei genauerer Betrachtung als dunklere Kränze darstellten, die kleinere, hellere Flecken abgrenzten; sie wurden von Pigmentzellen gebildet, die, ein wenig stärker gefüllt, Gruppen von schwach gefüllten umgaben und in kleinen Intervallen über die ganze sichtbare Chorioidea ausgebreitet waren. — Bei der Section zeigten sich die kugelförmigen Verdickungen der Lamina elastica gleichmässig über einen grossen Theil der Chorioidea verbreitet. Die grössten derselben hatten die Pigmentzellen, gegen die sie andrängten, vernichtet, alle aber hatten den Pigmentgehalt der vor ihnen liegenden vermindert, der sie umgebenden vermehrt.

4) Atrophie der Chorioidea.

Die Atrophie der Aderhaut ist entweder partiell oder total und zeigt die mannichfachsten Veränderungen in der Färbung des Augengrundes, welche gewöhnlich ins Gelblichgraue oder Schmutzigweisse übergeht und durch unregelmässige bräunliche oder schwärzliche Stellen ein geflecktes Aussehen annimmt. Letztere finden sich häufig in bald netzbald baumförmig verzweigten, bald streifigen, bald plaquesartigen Aggregaten von schwarzen oder braunen Pigmentkörnern; zwischen ihnen finden sich Partien gänzlich atrophirter Netzhaut und Chorioidea, wodurch einzelne der oberflächlichen früher infarcirten Aderhautgefässe erkenntlich werden. Bei Atrophie centraler Aderhautpartien kann selbst die Eintrittsstelle des Sehnerven bis auf eine geringe Andeutung oder ganz verloren gehen, ihre Umgrenzung vollkommen verwaschen und die Centralgefässe an ihrer Ursprungsstelle blos als verkümmerte, dünne, abnorm gewundene Fädchen wahrgenommen werden, die sich nicht mehr als Venen oder Arterien unterscheiden lassen.

IV. Die brechenden Medien.

Das Verhalten der brechenden Medien spielt in der Pathologie des Auges schon um desshalb eine bedeutende Rolle, weil es oft allein von ihrem gesunden oder kranken Zustand abhängt, ob man die hinter ihnen gelegenen Theile mittelst des Augenspiegels wahrnehmen kann

oder nicht. Sie bedürfen daher bei jeder ophthalmoscopischen Untersuchung einer sehr genauen Berücksichtigung, wobei man im Allgemeinen auf Folgendes zu achten haben wird:

Die Untersuchung muss immer bei *möglichst erweiterter Pupille* geschehen, indem sonst ein um so grösserer Theil der vorderen Partien des Glaskörpers der Beobachtung entgeht, je beschränkter durch die Enge der Pupille das Gesichtsfeld wird, wie dies leider in vielen Fällen von Synechien nach Iriten und Chorioiditen der vordern Partien der Fall ist.

Eine besondere Berücksichtigung verdient die anzuwendende Beleuchtung, indem z. B. Trübungen des Glaskörpers und der Linse im *durchfallenden* Licht betrachtet, fast alle als schwarze Körper auf rothem Grund erscheinen, während sie bei *auffallendem* Licht betrachtet in den ihnen eigenen Farben erscheinen; fragen wir nach dem Grund dieser Erscheinung, so liegt derselbe nur zum kleinen Theil darin, dass die Trübungen von vorn nicht hinlängliah beleuchtet werden, hauptsächlich aber in Folgendem: Stellen die Trübungen kleine schmale Körper dar, wie Punkte, Körner, Fäden oder Streifen, so erscheinen dieselben bei der Beleuchtung des Augengrundes dunkel; indem sie nämlich vermöge ihrer kleinen Oberfläche wenig Licht reflectiren, zwischen sich aber noch Licht hindurchlassen, so dass der Augengrund hell beleuchtet wird, so erscheinen sie vermöge des Contrastes ihrer Beleuchtung zu der des Hintergrundes schwarz; sie werden in ihrer wahren Farbe erscheinen, wenn man umgekehrt den Augengrund verdunkelt, während man sie beleuchtet, und dies geschieht durch die seitliche Beleuchtung; man hat daher stets beide Arten der Beleuchtung anzuwenden und zwar bedient man sich zur Untersuchung der in der hintern Hälfte des Bulbus liegenden Partien des Augenspiegels, zur Untersuchung der in der vordern Hälfte liegenden vorzugsweise der *seitlichen Beleuchtung*.

Von Wichtigkeit ist es ferner in vielen Fällen, die *Tiefe* zu bestimmen, in der die beobachteten Objecte sich befinden; zur Erreichung dieses Zweckes dienen folgende Methoden: Zur Beobachtung im aufrechten Bild dient die Anwendung von Concav- und Convexgläsern: Alle Gegenstände, die sich in oder hinter der Brennweite eines dioptrischen Apparates befinden, können im aufrechten Bild nur mit Hülfe von Concavgläsern wahrgenommen werden, während sie sich mit unbewaffnetem Auge und selbst mit Convexgläsern noch deutlich erkennen lassen, sobald sie ausserhalb der Brennweite des dioptrischen Apparates sich befinden; unser Urtheil über den von den untersuchten Objecten eingenommenen Ort wird daher durch die Stärke der Convex- oder Concavgläser bestimmt, die wir zu ihrer deutlichen Erkennung anwenden müssen. — Zur Beobachtung im umgekehrten Bild von nahe an der

Retina liegenden Objecten dienen ferner die schon oben bei Excavation des Sehnerven (S. 78) angegebenen leichten, perpendicular zur Axe ausgeführten Bewegungen mit einer Convexlinse bei ruhig stehenden Augen des Beobachters und Beobachteten; die dem Beobachter zunächst liegenden Objecte zeigen dann eine gleichnamige, die entfernt liegenden eine den Bewegungen entgegengesetzte Ortsveränderung. Geht z. B. eine fadenförmige Trübung vom hintern Pol der Linse gerade durch den Glaskörper zur Mitte der Retina, so erscheint sie von vorn gesehen, punktförmig; bewegt man nun die Convexlinse leicht nach rechts oder links, so machen das vordere und hintere Ende der Trübung die angegebenen Ortsveränderungen und man sieht die Trübung dann nicht mehr als Punkt, sondern als Linie, deren Grösse von der Grösse der Bewegungen abhängt. — Als weiteres Mittel bei der Beobachtung im umgekehrteu Bild dienen die im Gesichtsfeld wahrnehmbaren Ortsveränderungen der Objecte bei Bewegungen des beobachteten Auges. Sieht z. B. ein Beobachter so in ein Auge, dass seine Gesichtslinie gerade durch den Drehpunkt desselben geht, so bleibt bei Bewegungen des beobachteten Auges nur der Drehpunkt feststehend, während alle andern Objecte, die vorher in der Sehaxe selbst lagen, sich von ihr entfernen und zwar bewegen sich die vor dem Drehpunkt im Gesichtsfeld liegenden Objecte gleichnamig mit der Cornea, die hinter demselben liegenden, um so mehr, je entfernter sie sind, in entgegengesetzter Richtung. Der in der Sehaxe bleibende Cornealreflex, der Pupillarrand der Iris und für die tiefer liegenden Objecte die, wenn auch etwas undeutlichen Bilder des Augenhintergrundes, erleichtern dabei die genauere Bestimmung.

1) Der Glaskörper.

Bei Untersuchung des Glaskörpers unterlasse man nie, das beobachtete Auge nach oben, unten, innen und aussen bewegen zu lassen, lasse aber die Bewegungen kurz und schnell ausführen und mehrmals wiederholen; es ist dies nöthig einestheils um ein richtiges Urtheil über die Consistenzverhältnisse des Glaskörpers zu erlangen, anderntheils um Trübungen, die sich möglicherweise in dem verflüssigten Glaskörper gesenkt haben, aufzurütteln und so zur Anschauung zu bringen. Indess ist hierbei zu bemerken, dass man selbst eine vollständige Auflösung des Glaskörpers nur dann wahrnehmen kann, wenn sich wenn auch noch so geringe Trübungen in ihm befinden, anderntheils aber jede Trübung selbst bei ganz normaler Consistenz des Glaskörpers eine gewisse Beweglichkeit hat, die sich in einem leichten, kaum sichtbaren von der Consistenz des Glaskörpers abhängigen Zittern ausspricht.

1) Trübungen des Glaskörpers.

Ausser den durch Blutergüsse veranlassten Trübungen, die wir weiter unten beschreiben werden, kommen in dem meist verflüssigten Glaskörper noch bei vielen andern Zuständen, namentlich bei congestiven und entzündlichen Leiden der Retina und Chorioidea, Trübungen der verschiedensten Art und Form vor.

Was die Form derselben betrifft, so erscheinen sie nach v. Gräfe als:

a) punktförmige oder diffuse Opacitäten; dieselben sind am schwierigsten zu erkennen, weil sie einen feinen Schleier vor das Netzhautbild ziehen, welcher die scharfen Contouren des Sehnerveneintritts, der Gefässe u. s. w. verwischt. Bei genauer Untersuchung kann man aber diesen Schleier in eine Unzahl von Punkten zersetzen, was besonders schwierig ist, wenn diese Punkte nicht in einer, sondern in verschiedenen Schichten des Glaskörpers liegen; man bedarf dazu einer so stark als möglichen Vergrösserung und muss dabei, mit Berücksichtigung der Stärke der Convexlinse und der Entfernung des Beobachters, sein Auge nach und nach für die verschiedensten Tiefen des Glaskörpers accomodiren. Liegen diese Trübungen in einer Schicht, so stellen sie eine feingesprenkelte, durchscheinende Membran vor, welche sich durch Verschiebung ihrer einzelnen Theile bald zusammenzuziehen, bald auszudehnen und vor dem Augenhintergrund wie ein Netz aus zartem Gewebe hin und her zu ziehen scheint; liegen sie in verschiedener Tiefe, so stellt sich das Ganze wie ein unendlich feiner Staub oder Regen dar, der nach den Bewegungen des Auges sich in einzelnen Theilen zu etwas dichtern Massen zusammenballt, um dann bei fixirter Sehaxe entweder gleichmässig oder in verschiedenen Zügen, den verschiedenen Regionen des Auges entsprechend, herabzusinken.

Diese Trübungen stören weit mehr als grosse, aber umschriebene Trübungen, weil bei diesen letzteren die dazwischenliegenden Theile des Glaskörpers vollkommen transparent sind. Es findet in Betreff des Sehvermögens etwas Aehnliches statt wie bei der Hornhaut und Linse, in welchen auch compacte aber umschriebene Trübungen, wenn sie einen Theil des Pupillargebietes freilassen, weit geringere Störungen, als diffuse feinere Trübungen hervorbringen.

b) Filamentöse Opacitäten erscheinen ophthalmoscopisch als ziemlich dunkle, einfache oder verschlungene Fäden, die sich bei den Bewegungen verkürzen und wieder verlängern; die Kranken pflegen sie desshalb mit Schlangen, mit Insectenbeinen u. dergl. zu vergleichen.

c) Membranöse Trübungen bilden stark durchscheinende, zuweilen ebenfalls gesprenkelte Membranen, welche sich bald aufrollen, bald entfalten und hierdurch ein sehr polymorphes Ansehen darbieten. Bei den Kranken erregen deren Schatten die Erscheinung eines Spinnen-

gewebes, das sich rasch entwickelt, und dann wieder plötzlich in einzelne Fäden zusammenfällt.

d) Flockige Opacitäten bilden einzelne Pröpfe von verschiedener Ausdehnung, oder sind gröbern Schneeflocken, kleinen Wölkchen, organischen Gerinnseln etc. zu vergleichen.

e) Cholestearinkrystalle finden sich nicht selten neben den angegebenen oder ganz unbestimmbar geformten Opacitäten und bilden die als Synchysis scintillans beschriebene Form der Glaskörpererkrankungen. Dieselben gewähren mit dem Augenspiegel einen besonders schönen und interessanten Anblick, wenn zugleich noch membranöse Trübungen vorhanden sind, die dann wie mit einer glänzenden Masse übersträubt erscheinen und in den verschiedensten Farben schillern, während bei Bewegungen des Auges die Krystalle nach allen Richtungen hin ausfahren und wie ein goldner Regen oder Feuerregen bei künstlichem Feuerwerk erscheinen.

Die Farbe aller dieser Trübungen ist in den meisten Fällen graublau; selten finden sie sich pigmentähnlich, häufig von Blut gefärbt, vom hellen Rostgelb bis zum dunkeln Rothbraun. Als état jumenteux des Glaskörpers bezeichnet Desmarres den Zustand des Glaskörpers, in welchem derselbe durch eine mehr oder weniger beträchtliche Menge mikroskopischer Körperchen eine dem Urin der Pflanzenfresser ähnliche Färbung angenommen hat und durch welche hindurch die Papilla nervi optici wie die Sonne durch einen dichten Nebelschleier erscheint. Die beim Glaucom vorkommende meer- oder bouteillengrüne Farbe verschwindet bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel und lässt sich daher nur als optisch durch die Gegenwart gelblichen, in verschiedenen Graden bis zum Uebergange in's Röthliche bemerkbaren Blutfarbestoffs in diesem brechenden Mittel erklären.

2) Fremde Körper im Glaskörper.

1) Bluterguss.

Blutergiessungen in den Glaskörper kommen nach Verletzungen, heftigen Körperanstrengungen oder krankhaften Zuständen der Netz- und Aderhaut (besonders Sclerotico-chorioiditis posterior) ziemlich häufig vor. Mit dem Augenspiegel zeigt sich ein frischer Erguss nur als dunkle Masse, der meist die untern Partien des Bulbus einnimmt und die dahinter liegenden Theile des Augengrundes vollkommen verdeckt, die erst nach und nach mit fortschreitender Resorption wieder sichtbar werden. Nach erfolgter Auflösung und theilweiser Resorption des Blutes sieht man Klümpchen, Flecken oder Fäden von rostgelber bis dunkelrothbrauner Farbe in dem Glaskörper schwimmen, die jedoch, weil sie sich gern in dem verflüssigten Glaskörper senken, oft der Beobachtung ent-

gehen, wenn man es unterlässt, den Kranken die angegebenen raschen Bewegungen machen zu lassen.

Subjectiv kündigen sich spontane Blutergüsse gewöhnlich durch das plötzliche Auftreten eines dunkeln Fleckes, einer Wolke oder eines Nebels im Sehfeld an, wie wenn sich etwas in's Auge gelegt hätte, das der Betroffene durch Reiben, Wischen u. dergl. beseitigen zu müssen vermeint; bisweilen ist auch das Gefühl von Druck, wie von einem fremden Körper vorhanden. Später geschieht es, dass das Hinderniss des Sehens seine Natur durch einen röthlichen oder grünlichen Schein, durch eine gewisse Beweglichkeit im Sehfelde und durch eine Form andeutet, welche nur auf einen vor der Netzhaut gelegenen, specifisch schwereren und doch flüssigen Körper bezogen werden kann. Eine solche begrenzte Ergiessung erscheint dem Betroffenen als eine schwarze, kreisrunde oder ovale Scheibe im Sehfelde, von verschiedener scheinbarer Grösse und Entfernung vor dem Auge, doch im Ganzen immer dieselbe relative Stelle des Sehfeldes einnehmend, nur mit der Zeit sich senkend (im Sehfeld höher gelegen). Später wenn bereits Auflösung oder Resorption im Gange ist und der specifisch schwerere Theil sich senkt oder bei raschen Bewegungen werden die Contouren wie verwaschen und erscheint der dünnere, durchscheinende Theil röthlich, rostbraun, dunkelgrün oder grau; dieser Theil erscheint bei ruhigem Blick im Sehfeld nach unten, bei raschen Seitenbewegungen, z. B. bei rascherer Einwärtsrollung des Auges von aussen nach innen schweifähnlich nachziehend.

2) Feste fremde Körper im Glaskörper.

In der ersten Zeit erscheinen die in den Glaskörper von Aussen eingedrungenen Körper mit dem Augenspiegel nach Ed. Jäger auf dem gelbrothen Augengrund aufliegend, vollkommen deutlich, scharf begrenzt und in entsprechender Farbe. Nach einigen Tagen tritt unter gleichzeitiger Entwicklung localer Netzhaut- und Chorioidealentzündung eine leichte grauliche Trübung des Glaskörpers in der nächsten Umgebung des fremden Körpers ein, welche, scheinbar von der Peripherie nach dem Centrum fortschreitend und an Dichtigkeit zunehmend, zuerst den fremden Körper in Form eines stark glänzenden, gelbweisen, breiten Saumes umgiebt und anfangs blos dessen Contouren undeutlich macht, während seine Oberfläche durch die meistens dunkle Färbung um so auffallender hervortritt. Nach und nach gewinnt diese Glaskörpertrübung an Umfang und von der Peripherie auf die innere Oberfläche des fremden Körpers übergreifend, hüllt sie denselben vollständig ein und entzieht ihn dem Blicke gänzlich. Die weiteren Veränderungen hängen von der localen Beschränkung des Entzündungsprocesses oder von seiner zunehmenden Ausbreitung ab. Im erstern Fall nimmt schon nach 1—2 Wochen unter Verminderung der Entzündungserscheinungen in der Chorioidea

und Retina auch das den fremden Körper einhüllende Exsudat an Umfang ab und unter Aufhellung des getrübten Glaskörpers bildet sich endlich eine derbe, den fremden Körper eng umschliessende Membran, so dass man nun statt des dunkeln fremden Körpers im Augengrunde die ihn umgebende und im Allgemeinen seine Form in grösseren Dimensionen ausprägende, stark Licht reflectirende weissgelbe Kapsel in scharfer Begrenzung wahrnimmt. Im letztern Fall kann es bis zur Atrophie des Bulbus kommen. v. Gräfe beobachtete neuerdings Fälle, in denen kein Ausscheidungsprocess von Seiten der innern Membranen stattfand und kleinere, selbst mittelgrosse Körper ganz ohne Schaden die innern Membranen erreichten und in denselben frei und nicht eingekapselt liegen blieben. — Der Weg, auf dem der fremde Körper bis in das Innere des Glaskörpers gelangt ist, zeigt sich bei auffallendem Licht als eine bläulichgraue, bei durchfallendem als eine schwarze Trübung.

Aehnlich den Blutergiessungen machen auch die im Glaskörper befindlichen fremden Körper ihrer Grösse und ihrem Sitz entsprechende Defecte im Gesichtsfeld.

3) **Cysticercus cellulosae** im Glaskörper.

Die Cysticercen im Glaskörper bieten im Allgemeinen ganz dasselbe Bild, wie die unter der Retina gelegenen, lassen sich aber oft noch leichter und schärfer erkennen, wenn sie frei und ohne Umhüllungsmembran im Glaskörper schwimmen. Zur Feststellung der Diagnose ist es unbedingt nöthig, die eigenthümlichen Bewegungen des Thieres selbst zu constatiren; leider ist dies nicht immer möglich, indem sich oft ein System concentrischer Membranen um die Blase des Thieres bildet, die dieselbe weniger deutlich hervortreten lassen; es scheint dies immer der Fall zu sein, wenn das Thier eine gewisse Entwicklungsstufe erreicht hat. Der endliche Ausgang ist nach v. Gräfe immer Phthisis Bulbi.

2) Die Krystalllinse.

Es würde überflüssig sein, wenn wir eine ausführliche Beschreibung aller nur möglichen krankhaften Veränderungen des Krystallkörpers und wie sich solche mit dem Augenspiegel zeigen, versuchen wollten, wir begnügen uns daher damit, auf einige bei der ophthalmoscopischen Untersuchung wichtige Punkte hinzuweisen und einige der hauptsächlichsten Formen der Linsentrübungen kurz zu erwähnen.

Wiewohl die Trübungen des Linsensystems meistentheils der Untersuchung im Tageslicht und mit der Loupe zugänglich sind, so gewährt die ophthalmoscopische Untersuchung doch den grossen Vortheil, dass sie die Gegenwart von Trübungen nachweist, welche ihrer Feinheit wegen bei der Untersuchung im auffallendem Tageslicht nicht immer zu

erkennen sind; dass sie ferner Trübungen nach ihrer Intensität und Ausbreitung vor einem hell erleuchteten Hintergrund genauer untersuchen und dadurch die subjective Gesichtsstörung im Verhältniss zur Trübung sicherer beurtheilen lässt, als dies auf die andere Untersuchungsweise möglich ist. Die Mittel hierzu bietet einestheils der Augenspiegel, anderntheils die seitliche Beleuchtung, die hier von überwiegendem Vortheil ist, indem sie die geringste Veränderung in der Durchsichtigkeit der Kapsel oder der Linsenfasern, von welcher Natur dieselbe auch sein mag, mit einer so grossen Genauigkeit nachweisen lässt, wie dieselbe am Lebenden nur immer möglich ist. Bei der Anwendung des Augenspiegels bediene man sich immer nur einer schwachen Beleuchtung, am besten durch einen Planspiegel allein, wobei man sich die Objecte durch eine hinter demselben angebrachte Convexlinse mit Vortheil deutlicher machen und vergrössern kann. Bei gänzlichem Mangel der Linse kann man natürlich, wenn man auch keine Hohlgläser anwendet, nicht unmittelbar vor dem Auge untersuchen, sondern man muss sich wegen Mangel dieses stark brechenden Mediums mehrere Zoll vom Auge entfernen. Querschnitt und Gefässe des Sehnerven erscheinen je nach den Verhältnissen der übrigen brechenden Medien kleiner.

Trübungen des Linsensystems werden von solchen im Glaskörper theils durch ihr formelles Verhalten, durch die Art der Gläser, mit welchen sie bestimmter gesehen werden, unterschieden, theils bei einiger Uebung durch das Bewusstsein des Grades der Accomodation des eigenen Auges, welche nöthig ist, um ihren Abstand von der Cornea, so wie von der Retina zu bemessen, indem man sich bemüht, diese verschiedenen Punkte nacheinander deutlich zu sehen.

1) Trübungen der Linsenkapsel.

a) Plastische Exsudate und Pigmentabsetzung auf der vordern Fläche der Kapsel findet sich häufig nach vorausgegangenen Iriten; bei ersteren, die entweder der Kapsel frei aufliegen oder dieselbe mit dem Pupillarrand der Iris verbinden (hintere Synechien), zeigt die seitliche Beleuchtung sehr deutlich ihre weissliche Färbung und die feinsten Details ihrer Oberfläche, bei letztern zeigt sie dieselben in ihrer natürlichen Färbung, während sie mit dem Augenspiegel nur als schwarze Flecken auf rothem Grund erscheinen; oft erscheinen sie dann auch in einer dem Pupillarrand der Iris entsprechenden kreisförmigen Figur, die sich mit blossem Auge gar nicht erkennen lässt.

b) Trübung der Kapsel selbst oder Auflagerungen an ihrer innern Fläche erscheinen mit dem Augenspiegel gleichfalls als schwarze Punkte auf rothem Grunde, während sie die seitliche Beleuchtung als milchweisse, rundliche, unebene, oft ein wenig vorragende Flecke

zeigt und die Kapsel selbst, da wo diese Flecken aufsitzen, bisweilen sehr regelmässig gefaltet erscheint.

c) Die Cataracta secundaria erscheint nach v. Gräfe entweder als kleine, sehr feine, glänzende und fast vollkommen durchsichtige Häutchen; oder als undurchsichtige, milchweisse, durch die verdickte Kapsel selbst gebildete Membranen, denen oft noch mit Kalksalzen incrustirte oder fettig entartete Linsenfasern oder eine mehr oder weniger grosse Menge noch durchsichtiger Linsenmasse anhängen oder endlich als undurchsichtige, glänzendweisse, zähe Faden und Membranen, die nach heftigen Exsudationen entstehen.

2) Trübungen der Linsensubstanz.

Die hauptsächlichsten derselben sind nach v. Gräfe:

a) Der Schichtstaar (stationärer Kernstaar jugendlicher Individuen Arlt's, Staar mit isolirter Faserschichtentrübung Jäger's), die häufigste Form des Kindesalters, zeigt hinter der Pupille eine nur schwach saturirte Trübung, welche nach Atropineinträufelung mit einer vollkommen scharfen Grenzlinie gegen eine durchsichtige peripherische Linsenzone abschneidet und im Ganzen eine Rundung von $2-3^1/_2'''$ Durchmesser einnimmt; wenn nicht, wie es fast constant vorkommt, der vordere Pol der opaken Schicht von einigen weissen Pünktchen besetzt wird, so erscheint der Saturationsgrad der Trübung von dem Rande bis gegen die Mitte vollständig gleichmässig. — Bei der ophthalmoscopischen Untersuchung zeigt sich die gesammte Rundung dunkel, scharf begrenzt, bei senkrecht auffallendem Lichte jedoch an den centralen Theilen, wenn die Trübung nicht zu saturirt ist, bräunlichroth durchscheinend. Die begrenzende Corticalsubstanz erscheint bei wirklich stationärem Staar vollkommen klar, so dass man gewöhnlich die Objecte des Augenhintergrundes, wiewohl im beschränkten Erleuchtungsfeld, noch präcis untersuchen kann. Ist der Schichtstaar ein langsam progressiver, so bemerkt man in der Corticalsubstanz fein punktirte Trübungen, oder kurze radiirende Streifen in der Nähe des Aequators.

b) Der Corticalstaar; breite, nach den Polen der Linse hin radiirende Streifen schiessen krystallinisch zusammen und auch die zwischen ihnen liegende Substanz wird wolkig und fleckig getrübt; ein nach zwei Monaten oder einem Jahr reifer Corticalstaar zeigt auf der starkhervorgedrängten Kapsel nicht selten Pigmentflecke; die Corticalsubstanz, aus breiten leicht schillernden Streifen bestehend, ist grau mit einem Stich in's Bläuliche, nicht absolut undurchsichtig, sondern einigermassen durchscheinend, so dass man in mehrere Schichten hineinsieht; zwischen den Streifen sind gewöhnlich schmale Sectoren, in deren Bereich die Durchsichtigkeit noch grösser ist. Bisweilen bemerkt man auch in der Corticalsubstanz einzelne Flecken von grauer, in's Bläuliche spielender Färbung,

nirgends aber die Spur eines gelblichen Reflexes eines verhärteten Linsenkernes. Der Augenspiegel zeigt in dem röthlich erhellten Pupillarfeld schwarze, keilförmige Schatten, deren breites Ende der Peripherie, deren Spitze dem Centrum zugekehrt ist.

c) Punktförmige Trübungen der Linse lassen sich selbst in beträchtlicher Anzahl oft nur schwer auf dem rothen Grund erkennen; bei seitlicher Beleuchtung erscheinen sie dagegen als kleine, äusserst feine und helle Tropfen auf dunklem Grund, die unregelmässig durch die ganze Linse zerstreut sind; bei den Trübungen der Zellenlager zwischen den Linsenwirbeln sieht man schwarze Radien von der Peripherie nach dem Centrum hereingehen; bei Trübungen dieser Zellen auf den Scheiteln der Linse treten die Werneck'schen sternförmigen Figuren als dunkle Erscheinungen hervor, während sie bei seitlicher Beleuchtung ein eigenthümlich bläuliches Licht reflectiren.

Um zu unterscheiden, ob sich Trübungen in der hintern oder vordern Schicht der Corticalsubstanz befinden, giebt Desmarres folgendes Mittel an: Sind dieselben zahlreich, so lässt man den Kranken, wenn man die Trübungen deutlich sieht, seinen Kopf stark nach hinten überbeugen; befinden sich nun die Trübungen an der hintern Fläche, so werden sie zum grössten Theil hinter dem untern Irisrand verschwinden und die vordere Schicht als durchsichtig erkennen lassen; befindet sich an der hintern Fläche nur ein undurchsichtiger Streifen, so erkennt man dies daran, dass man den Kranken, während man den Flecken fixirt, z. B. nach Oben sehen lässt; man bemerkt dann, dass der Flecken anstatt nach Oben zu gehen, wie er dies müsste, wenn er in der vordern Fläche sich befände, nach Unten geht und hinter dem untern Irisrand verschwindet; umgekehrt bewegt sich der Flecken nach Oben, wenn man den Kranken nach Unten blicken lässt.

Eine gleichförmige ausgebreitete Linsentrübung, die das Eindringen der Lichtstrahlen in die Tiefe des Auges grossentheils hindert, so dass die Pupille bei gerader Ansicht vollkommen schwarz erscheint, wird als solche erkannt, durch den meistens im ganzen Umkreise auftretenden schwachen saumförmigen Lichtreflex des Augenhintergrundes, wenn man bei ad maximum erweiterter Pupille stark von der Seite zwischen Linse und Iris in der Richtung gegen die Processus ciliares hinsieht.

3) Trübungen des Linsenkerns.

a) Der Kernstaar jugendlicher Subjecte zeigt sich als eine graue, mitunter auch weissliche Suffusion hinter der Pupille, deren Intensität von der Peripherie nach dem Centrum zunimmt. Bisweilen markirt sich die eigentliche Kernregion durch eine etwas saturirtere und mehr in's Weissliche gehende Färbung mit einer verwischten Grenzlinie gegen die grauliche, nur leicht rauchige Corticalsubstanz, welche in ihren

äussersten Schichten stark durchscheinend, aber nicht vollkommen durchsichtig zu bleiben pflegt; das Ophthalmoscop zeigt sie bei erweiterter Pupille bis zur Kapsel heran entweder diffus oder leicht punktirt getrübt. Hierin, sowie in der steigenden Saturation liegt ein wesentlicher Unterschied von dem Schichtstaar, mit dem diese im Ganzen seltner vorkommende Form vorzugsweise verwechselt wird.

b) Die Alterscataract ist ausgezeichnet durch die gelbe Färbung des Kerns; um dessen Grösse und Farbe kennen zu lernen, benutzt man die seitliche Beleuchtung in der Art, dass man den concentrirten Lichtkegel bald auf die vordere Fläche des Kernes wirft, wobei sich derselbe durch einen stark grau-blauen Reflex markirt, bald denselben von der vordern Fläche durch die Linse hindurch zur hintern gehen lässt, wodurch der Kern in seiner wahren bernsteingelben Färbung erscheint. Ist die umgebende Rindensubstanz verflüssigt, so findet man den gelben Kern nicht in der Mitte, sondern gelblich durch die diffuse Trübung durchschimmernd in den untersten Theil des Kapselsackes hinabgesenkt.

3) Die Hornhaut.

Trübungen, Substanzverluste und andere Veränderungen der Cornea, welche sich auf dem hellen Grund der Pupille scharf abgrenzen, characterisiren sich nicht nur durch die eigenthümliche Strahlenbrechung, die sie häufig veranlassen und werden leicht bei Beobachtung des Auges im Tageslicht erkannt, sondern werden insbesondere von den Trübungen des Linsensystems durch ihre Lagerung zur Iris und ihre scheinbaren Bewegungen unterschieden. Wäre z. B. in einem Auge eine kleine Trübung im Centrum der Cornea oder nahe gegenüber dem erweiterten innern Pupillarrande und in einem andern Auge an derselben Stelle eine Trübung in der vordern Corticalschicht oder auf der vordern Kapsel des Linsensystems, so würde in dem Verhältniss, als man die Augen nach einwärts wenden lässt, oder sie mehr von aussen betrachtet, die Corneatrübung ihre Lage in der erhellten Pupille gegen den innern Pupillarrand zu verändern und endlich über der Iris verschwinden, die Trübung des Linsensystems hingegen mehr dem äussern Pupillarrand sich nähern, so dass man zwischen ihr und dem innern Pupillarrand eine freiere Durchsicht gewönne und Trübungen, die früher hinter letzterem verborgen waren, nun in das Sehfeld mehr hineinträten.

Preisverzeichniss einiger Augenspiegel
inclusive Gläser und Etui.

Augenspiegel von	*Helmholtz*, Schmidt in Halle	7 Thlr.
Augenspiegel von	*Ruete*,	
	grosser, Luer in Göttingen	10 Thlr.
	kleiner, ——	6 Thlr.
Augenspiegel von	*Coccius*, Mayer und Hornn in Leipzig	$6^{2}/_{3}$ Thlr.
	(entweder Glas- oder Metallspiegel.)	
Prismenspiegel v.	*Coccius*, Mayer in Leipzig	5 Thlr.
Augenspiegel von	*Epkens-Donders*, Epkens in Utrecht	40 Thlr.
——	*Zehender*, Prokesch in Wien	13 fl. C.-M.
——	*Ulrich*, Luer in Göttingen	5 Thlr.
——	*Meyerstein*, Meyerstein in Göttingen,	
	ohne Lampe und Fernrohr	$3^{1}/_{2}$ Thlr.
	mit Lampe ohne Fernrohr	$4^{1}/_{2}$ Thlr.
	mit Lampe und Fernrohr	8 Thlr.
——	*Stellwag v. Carion*, Haugk in Wien	9 fl. C.-M.
——	*Jäger*, Kraft in Wien,	
	grosser	22 fl. C.-M.
	kleiner	10 fl. C.-M.
——	*Klaunig*, Mäder in Leipzig	1 Thlr. u. 3 Thlr.
——	*Burow*, Pätz u. Flohr in Berlin,	
	alter	$4^{1}/_{2}$ Thlr.
	neuer einfacher	1 Thlr.
	neuer mit Linsen, Linsenhalter u. Stiel	2 Thlr.
——	*Hasner*, Spitra in Prag	25 fl. C.-M.
——	*Liebreich*, Pätz u. Flohr in Berlin	35 Thlr.

NB. Alle hier aufgeführten Augenspiegel sind zu denselben Preisen durch das optisch-oculistische Institut des Herrn **M. Tauber** in Leipzig, in vorzüglicher Ausführung zu beziehen.

PRIX COURANT

DE LA

MANUFACTURE D'INSTRUMENTS D'OPHTHALMOLOGIE ET D'OPTIQUE

DE

PAETZ & FLOHR,

OPTICIENS à BERLIN.

Ophthalmomètre par *Helmholtz*	70	Thlr.	—	Ngr.
Ophthalmoscope par *Donders*, à micromètre pour mesurer	45	„	—	„
Le même avec l'Instrument, d'accommodation, par *Cramer* (en sus) . .	14	„	—	„
Ophthalmoscope par *Liebreich*, pour l'observation de l'image renversée Boîte d'acajou à serrure	35	„	—	„
Ophthalmoscope par *Hasner*	16	„	—	„
Le même par *Helmholtz*	10	„	—	„
Le même par *Jaeger*	10	„	—	„
Le même par *Zehender*, à réflecteur de métal composé . . . . . Le même par *Zehender*, à réflecteur d'argent	4	„	15	„
Le même par *Coccius*, à réflecteur d'argent	4	„	—	„
Réflecteur concave d'argent, (wie solche in den Coursen des Herrn Dr. *Liebreich* angewandt)	3	„	15	„
Réflecteur périscopique par *Burow*	2	„	—	„
Fantôme pour la démonstration de l'ophthalmoscope	6	„	—	„
Optomètre par *de Graefe*	4	„	15	„
(auch kleine	—	„	15	„)
Loupe achromatique à long foyer par *Bruecke*	4	„	15	„
Loupe à court foyer	2	„	10	„
Collection de verres consistant en 25 paires de verres convexes, 23 paires de verres concaves, 12 verres prismatiques, 7 bandes de verre coloré, 1 lunette à ressort, le tout dans une boîte d'acajou . .	25	„	—	„
Lunette à verres bleus bombés	2	„	15	„
Lunette par *Donders*	2	„	—	„

Outre les Instruments précédents, nous perfectionnons chaque Instrument de commande sous garantie d'une exécution bien exacte et d'un prix modéré.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

